Resúmenes google traductor life the science of biology 10th edition 2012

Resúmenes de la vida la ciencia de la biología 10ª edición 2012

www.Archive.org/details/lifethescienceofbiology10thedition2012davidsadavadavidm.hillish.craighellermayr.berenbaum120mb

Resúmenes de todos los 59 capítulos

PRIMERA PARTE, LA CIENCIA DE LA VIDA Y SU BASE QUÍMICA

CAPÍTULO 1 El estudio de la vida

1.1 ¿Qué es la biología? • La biología es el estudio científico de los organismos vivos, incluidas sus características, funciones e interacciones. • Todos los organismos vivos están relacionados entre sí por descendencia común. Las características compartidas de todos los organismos vivos, como bloques de construcción químicos específicos, un código genético casi universal y similitudes de secuencia entre genes fundamentales, respaldan la ascendencia común de la vida. • Las células evolucionaron temprano en la historia de la vida. La especialización celular permitió que los organismos multicelulares aumentaran en tamaño y diversidad. Repase la Figura 1.2 • Las instrucciones para una célula están contenidas en su genoma, que consta de moléculas de ADN formadas por secuencias de nucleótidos. Segmentos específicos de ADN llamados genes contienen la información que la célula usa para producir proteínas. Revise la figura 1.5 • La fotosíntesis proporcionó un medio para capturar energía directamente de la luz solar y, con el tiempo, cambió la atmósfera de la Tierra. • La evolución—el cambio en la composición genética de las poblaciones biológicas a través del tiempo—es un principio fundamental de la vida. Las poblaciones evolucionan a través de varios procesos diferentes, incluida la selección natural, que es responsable de la diversidad de adaptaciones que se encuentran en los organismos vivos. • Los biólogos usan fósiles, similitudes y diferencias anatómicas y comparaciones moleculares de genomas para reconstruir la historia de la vida. Tres dominios, Bacteria, Archea y Eukarya, representan las principales divisiones, que se establecieron muy temprano en la historia de la vida. Revise la Figura 1.7, ACTIVIDAD 1.1 • La vida se puede estudiar en diferentes niveles de organización dentro de una jerarquía biológica. Las células especializadas de los organismos multicelulares se organizan en tejidos, órganos y sistemas de órganos. Los organismos individuales forman poblaciones e interactúan con otros organismos de su propia especie y de otras. Las poblaciones que viven e interactúan en un área definida forman una comunidad, y las comunidades junto con su entorno abiótico (sin vida) constituyen un ecosistema. Revise la Figura 1.9, ACTIVIDAD 1.2 • Los organismos vivos, ya sean unicelulares o multicelulares, deben regular su entorno interno para mantener la homeostasis, la gama de condiciones físicas necesarias para su supervivencia y función.

1.2 ¿Cómo investigan los biólogos la vida? • Los métodos científicos combinan la observación, la recopilación de información (datos), la experimentación y la lógica para estudiar el mundo natural. Muchas investigaciones científicas involucran cinco pasos: hacer observaciones, hacer preguntas, formular hipótesis, hacer predicciones y probar esas predicciones. Revise la Figura 1.10 • Las hipótesis son respuestas tentativas a las preguntas. Las predicciones hechas sobre la base de una hipótesis se prueban con observaciones adicionales y dos tipos de experimentos, experimentos comparativos y controlados. Revise las Figuras 1.11, 1.12, TUTORIAL ANIMADO 1.1 • Los datos

cuantificables son fundamentales para evaluar hipótesis. Los métodos estadísticos se aplican a los datos cuantitativos para establecer si las diferencias observadas pueden ser resultado de la casualidad o no. Estos métodos parten de la hipótesis nula de que no existen diferencias. Ver Apéndice B • El conocimiento biológico obtenido de un sistema modelo puede generalizarse a otras especies.

1.3 ¿Por qué importa la biología? • La aplicación de los conocimientos biológicos es responsable de un aumento considerable de la producción agrícola. • La comprensión y el tratamiento de las enfermedades humanas requiere la integración de una amplia gama de principios biológicos, desde la biología molecular hasta la biología celular, la fisiología, la evolución y la ecología. • A menudo se recurre a biólogos para que asesoren a las agencias gubernamentales en la solución de problemas importantes que tienen un componente biológico. • La biología es cada vez más importante para comprender cómo interactúan los organismos en un mundo que cambia rápidamente. • La biología nos ayuda a comprender y apreciar la diversidad del mundo vivo.

CAPÍTULO 2 Las moléculas pequeñas y la química de la vida

2.1 ¿Cómo explica la estructura atómica las propiedades de la materia? • La materia está compuesta de átomos. Cada átomo consta de un núcleo con carga positiva formado por protones y neutrones, rodeado de electrones con cargas negativas. Repase la Figura 2.1 • El número de protones en el núcleo define un elemento. Hay muchos elementos en el universo, pero solo unos pocos constituyen la mayor parte de los organismos vivos: C, H, O, P, N y S. Repase la figura 2.2 • Los isótopos de un elemento difieren en su número de neutrones. Los radioisótopos son radiactivos y emiten radiación a medida que se descomponen. • Los electrones se distribuyen en capas de electrones, que son volúmenes de espacio definidos por números específicos de orbitales. Cada orbital contiene un máximo de dos electrones. Repase las Figuras 2.4, 2.5, ACTIVIDAD 2.1 • Al perder, ganar o compartir electrones para volverse más estable, un átomo puede combinarse con otros átomos para formar una molécula.

2.2 ¿Cómo se unen los átomos para formar moléculas? Ver TUTORIAL ANIMADO 2.1 • Un enlace químico es una fuerza de atracción que une dos átomos en una molécula. Revisa la tabla 2.1 • Un compuesto es una sustancia formada por moléculas con dos o más átomos diferentes unidos en una proporción fija, como el agua (H2O). • Los enlaces covalentes son enlaces fuertes que se forman cuando dos átomos comparten uno o más pares de electrones. Repase la Figura 2.6 • Cuando dos átomos de electronegatividad desigual se unen entre sí, se forma un enlace covalente polar. Los dos extremos, o polos, del enlace tienen cargas parciales ($\delta+$ o $\delta-$). Repase la Figura 2.8 • Un ion es un cuerpo cargado eléctricamente que se forma cuando un átomo gana o pierde uno o más electrones para formar una configuración electrónica más estable. Los aniones y cationes son iones cargados negativa y positivamente, respectivamente. Cargas diferentes se atraen y cargas iguales se repelen. • Las atracciones iónicas ocurren entre iones de carga opuesta. Las atracciones iónicas son fuertes en los sólidos (sales) pero se debilitan cuando los iones se separan unos de otros en solución. Repase la Figura 2.9 • Un enlace de hidrógeno es una atracción eléctrica débil que se forma entre un átomo de hidrógeno $\delta+$ en una molécula y un átomo $\delta-$ en otra molécula (o en otra parte de la misma molécula grande). Los puentes de hidrógeno son abundantes en el agua. Revise la figura 2.11 • Las moléculas no polares interactúan muy poco con las moléculas polares, incluida el agua. Las moléculas no polares se atraen entre sí mediante enlaces muy débiles llamados fuerzas de van der Waals.

2.3 ¿Cómo cambian los átomos de pareja en las reacciones químicas? • En las reacciones químicas, los átomos se combinan o cambian sus compañeros de enlace. Los reactivos se convierten en productos. • Algunas reacciones químicas liberan energía como uno de sus productos; otras reacciones pueden ocurrir solo si se proporciona energía a los reactivos. • Ni la materia ni la energía se crean o destruyen en una reacción química, sino que ambas cambian de forma. Repase la Figura 2.13 • Algunas reacciones químicas, especialmente en biología, son reversibles. Es decir, los productos formados pueden volver a convertirse en reactivos. • En los organismos, las reacciones químicas se llevan a cabo en múltiples pasos para que la energía liberada se pueda aprovechar para las actividades celulares.

2.4 ¿Qué hace que el agua sea tan importante para la vida? • La estructura molecular del agua y su capacidad para formar enlaces de hidrógeno le otorgan propiedades únicas que son importantes para la vida. Revise la Figura 2.14 • El alto calor específico del agua significa que el agua gana o pierde una gran cantidad de calor cuando cambia de estado. El alto calor de vaporización del agua asegura un enfriamiento efectivo cuando el agua se evapora. • La cohesión de las moléculas de agua se refiere a su capacidad para resistir separarse unas de otras. Los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua juegan un papel esencial en esta propiedad. • Una solución se produce cuando una sustancia sólida (el soluto) se disuelve en un líquido (el solvente). El agua es el solvente críticamente importante para la vida.

CAPÍTULO 3 Proteínas, carbohidratos y lípidos

3.1 ¿Qué tipos de moléculas caracterizan a los seres vivos? Ver TUTORIAL ANIMADO 3.1 • Las macromoléculas son polímeros construidos por la formación de enlaces covalentes entre moléculas más pequeñas llamadas monómeros. Las macromoléculas en los organismos vivos incluyen polisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos. Las estructuras lipídicas grandes también pueden considerarse macromoléculas. • Los grupos funcionales son pequeños grupos de átomos que se encuentran consistentemente juntos en una variedad de macromoléculas diferentes. Los grupos funcionales tienen propiedades químicas particulares que confieren a cualquier molécula más grande de la que forman parte. Repase la Figura 3.1, ACTIVIDAD 3.1 • Los isómeros estructurales, cis-trans y ópticos tienen los mismos tipos y números de átomos pero difieren en sus estructuras y propiedades. Revise la Figura 3.2 • Las muchas funciones de las macromoléculas están directamente relacionadas con sus formas tridimensionales, que a su vez resultan de las secuencias y propiedades químicas de sus monómeros. • Los monómeros se unen mediante reacciones de condensación, que liberan una molécula de agua por cada enlace formado. Las reacciones de hidrólisis utilizan agua para romper los polímeros en monómeros. Repase la figura 3.4

3.2 ¿Cuáles son las estructuras químicas y funciones de las proteínas? • Las funciones de las proteínas incluyen soporte, protección, catálisis, transporte, defensa, regulación y movimiento. Revise la Tabla 3.1 • Las proteínas consisten en una o más cadenas polipeptídicas, que son polímeros de aminoácidos. Cuatro átomos o grupos están unidos a un átomo de carbono central: un átomo de hidrógeno, un grupo amino, un grupo carboxilo y un grupo R variable. Las propiedades particulares de cada aminoácido dependen de su cadena lateral, o grupo R, que puede ser cargado, polar o hidrofóbico. Repase la Tabla 3.2, ACTIVIDAD 3.2 • Los enlaces peptídicos, también llamados enlaces peptídicos, unen covalentemente los aminoácidos en cadenas polipeptídicas. Estos enlaces se forman por reacciones de condensación entre los grupos carboxilo y amino. Revise la Figura 3.6 • La estructura primaria de una proteína es la secuencia de aminoácidos en la cadena. Esta cadena se pliega en una estructura secundaria, que en diferentes partes de la proteína puede formar una hélice

a (alfa) o una hoja plegada ab. Revise la figura 3.7A–C • Los puentes disulfuro y las interacciones no covalentes entre aminoácidos hacen que las cadenas polipeptídicas se plieguen en estructuras terciarias tridimensionales. Las interacciones débiles no covalentes permiten que múltiples cadenas polipeptídicas formen estructuras cuaternarias. Revise la figura 3.7D, 3.7E

El calor, las alteraciones en el pH o ciertas sustancias químicas pueden provocar la desnaturalización de una proteína. Esto implica la pérdida de la estructura terciaria y/o secundaria, así como de la función biológica. Revise la figura 3.10 • La forma y estructura específicas de una proteína le permiten unirse de forma no covalente a otras moléculas. Además, los aminoácidos pueden modificarse mediante la unión covalente de grupos químicos a sus cadenas laterales. Tal unión puede dar como resultado que la proteína cambie su forma. Revise las Figuras 3.12, 3.13 • Las proteínas chaperonas mejoran el plegamiento correcto de proteínas y previenen la unión inapropiada a otras moléculas. Revise la figura 3.14

3.3 ¿Cuáles son las estructuras químicas y funciones de los carbohidratos? • Los carbohidratos contienen carbono unido a átomos de hidrógeno y oxígeno y tienen la fórmula general CmH2nOn. • Los monosacáridos son los monómeros que forman los carbohidratos. Las hexosas como la glucosa son monosacáridos de seis carbonos; Las pentosas tienen cinco carbonos. Repase la Figura 3.16, ACTIVIDAD 3.3 • Los enlaces glucosídicos, que tienen una orientación α o β en el espacio, son enlaces covalentes entre monosacáridos. Dos monosacáridos enlazados se llaman disacáridos; las unidades más grandes son oligosacáridos y polisacáridos. Revise la figura 3.17 • El almidón es un polímero de glucosa que almacena energía en las plantas, y el glucógeno es un polímero análogo en los animales. Se pueden descomponer fácilmente para liberar la energía almacenada. Revise la Figura 3.18 • La celulosa es un polímero de glucosa muy estable y es el principal componente estructural de las paredes celulares de las plantas.

3.4 ¿Cuáles son las estructuras y funciones químicas de los lípidos? • Los lípidos son hidrocarburos que son insolubles en agua debido a sus muchos enlaces covalentes no polares. Desempeñan funciones en el almacenamiento de energía, la estructura de la membrana, la captación de luz, la regulación y la protección. • Las grasas y los aceites son triglicéridos. Un triglicérido se compone de tres ácidos grasos unidos covalentemente a una molécula de glicerol por enlaces éster. Repase la Figura 3.20 • Un ácido graso saturado tiene una cadena hidrocarbonada sin dobles enlaces. Estas moléculas pueden empaquetarse estrechamente. La cadena de hidrocarburo de un ácido graso insaturado tiene uno o más enlaces dobles que doblan la cadena, lo que evita el empaquetamiento compacto. Revise la Figura 3.21 • Un fosfolípido tiene una “cola” de hidrocarburo hidrofóbico y una “cabeza” de fosfato hidrofílico; es decir, es anfipático. En el agua, las interacciones de las colas y cabezas de los fosfolípidos generan una bicapa de fosfolípidos. Las cabezas están dirigidas hacia afuera, donde interactúan con el agua circundante. Las colas se empaquetan juntas en el interior de la bicapa, lejos del agua. Revise la figura 3.22 • Otros lípidos incluyen las vitaminas A, D, E y K, los esteroides y los pigmentos vegetales, como los carotenoides.

CAPÍTULO 4 Los ácidos nucleicos y el origen de la vida

4.1 ¿Cuáles son las estructuras y funciones químicas de los ácidos nucleicos? • Las funciones únicas de los ácidos nucleicos (ADN y ARN) son el almacenamiento y la transferencia de información. El ADN es el material hereditario que pasa la información genética de una generación a la siguiente, y el ARN usa esa información para especificar las estructuras de las proteínas. • Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos. Un nucleótido consta de un grupo fosfato, un azúcar pentosa (ribosa en el ARN y desoxirribosa en el ADN) y una base que contiene nitrógeno. Revise la figura 4.1 • En el ADN,

las bases de nucleótidos son adenina (A), guanina (G), citosina (C) y timina (T). El uracilo (U) reemplaza a la timina en el ARN. C, T y U tienen estructuras de un solo anillo y son pirimidinas. A y G tienen estructuras de doble anillo y son purinas. • Los nucleótidos en el ADN y el ARN están unidos por enlaces fosfodiéster que involucran el azúcar de un nucleótido y el fosfato del siguiente, formando un polímero de ácido nucleico. Revise la Figura 4.2, ACTIVIDAD 4.1 • El apareamiento de bases complementarias debido a los enlaces de hidrógeno entre A y T, A y U, y G y C ocurre en los ácidos nucleicos. En el ARN, los enlaces de hidrógeno dan como resultado una molécula plegada. En el ADN, los enlaces de hidrógeno conectan dos hebras en una doble hélice. Repase las Figuras 4.3, 4.4, ACTIVIDAD 4.2 • El contenido de información del ADN y el ARN reside en sus secuencias de bases. • El ADN se expresa como ARN en la transcripción. Luego, el ARN puede especificar la secuencia de aminoácidos de una proteína en la traducción. Revise la figura 4.5

4.2 ¿Cómo y dónde se originaron las pequeñas moléculas de la vida? • Históricamente, muchas culturas creían que la vida se originaba repetidamente por generación espontánea. Esto fue refutado experimentalmente. Revise la Figura 4.6, TUTORIAL ANIMADO 4.1 • Un requisito previo para la vida es la presencia de agua. • Algunos meteoritos que han aterrizado en la Tierra contienen moléculas orgánicas, lo que sugiere que la vida podría haberse originado extraterrestre. • Una hipótesis alternativa es la evolución química: la idea de que las moléculas orgánicas se formaron en la Tierra antes de que comenzara la vida. • Los experimentos químicos que modelan las condiciones prebióticas en la Tierra respaldan la idea de la evolución química. Revise la Figura 4.8, TUTORIAL ANIMADO 4.2

4.3 ¿Cómo se originaron las moléculas grandes de la vida? • La evolución química puede haber llevado a la polimerización de pequeñas moléculas en polímeros. Esto puede haber ocurrido en las superficies de las partículas de arcilla, en los respiraderos hidrotermales o en las piscinas calientes en los bordes de los océanos. • Un catalizador acelera una reacción química. Hoy en día, la mayoría de los catalizadores son proteínas, pero algunas moléculas de ARN pueden funcionar como catalizadores y como moléculas de información. Un ARN catalítico se llama ribozima. • La existencia de ribozimas respalda la idea de un "mundo de ARN", un mundo anterior al ADN. En la Tierra primitiva, el ARN puede haber actuado como catalizador para su propia replicación, así como para la síntesis de proteínas. El ADN podría eventualmente haber evolucionado a partir del ARN. Revise la figura 4.9 • En apoyo de la hipótesis del "mundo de ARN", se desarrolló en el laboratorio una ribozima artificial autorreplicante. Revise la figura 4.10

4.4 ¿Cómo se originaron las primeras células? • Una clave para la aparición de células vivas fue la generación prebiótica de compartimentos encerrados por membranas. Tales compartimentos cerrados permitieron la generación y el mantenimiento de condiciones químicas internas que eran diferentes a las del ambiente exterior. • En el laboratorio, los ácidos grasos se ensamblan en protocélulas que tienen algunas de las características de las células. Repase la Figura 4.11 • Se han encontrado rocas antiguas (de 3.500 millones de años) con huellas que probablemente sean fósiles de células primitivas.

SEGUNDA PARTE, CÉLULAS

CAPÍTULO 5 Células: las unidades de trabajo de la vida

5.1 ¿Qué características hacen de las células las unidades fundamentales de la vida? • La teoría celular es la teoría unificadora de la biología celular. Todos los seres vivos están compuestos de

células, y todas las células provienen de células preexistentes. • Una celda es pequeña para mantener una gran relación de área de superficie a volumen. Esto le permite intercambiar cantidades adecuadas de materiales con su entorno. Repase las Figuras 5.1, 5.2, ACTIVIDAD 5.1 • Las estructuras celulares se pueden estudiar con microscopios ópticos y electrónicos. Revise la Figura 5.3, ACTIVIDAD 5.2 • Todas las células están encerradas por una membrana plasmática selectivamente permeable que separa su contenido del ambiente externo. • Mientras que todos los tipos de células comparten ciertos procesos bioquímicos, moléculas y estructuras, hay dos categorías de organismos, procariotas y eucariotas, que pueden distinguirse por estructuras celulares características. • Las células eucariotas son generalmente más grandes y más complejas que las células procariotas. Contienen orgánulos unidos a la membrana, incluido el núcleo.

5.2 ¿Qué características caracterizan a las células procariotas? • Las células procarióticas no tienen compartimentos internos pero tienen una región nucleoide que contiene ADN y un citoplasma que contiene citosol, ribosomas, proteínas y moléculas pequeñas. Algunos procariotas tienen estructuras protectoras adicionales, que incluyen una pared celular, una membrana externa y una cápsula. Revise la figura 5.4 • Algunos procariotas tienen membranas internas plegadas, como las que se usan en la fotosíntesis, y algunos tienen flagelos o pili para la motilidad o la unión. Revise la Figura 5.5 • Las proteínas filamentosas en el citoplasma forman el citoesqueleto, que ayuda en la división celular y el mantenimiento de la forma celular.

5.3 ¿Qué características caracterizan a las células eucariotas? Ver TUTORIAL ANIMADO 5.1 • Las células eucariotas son más grandes que las células procariotas y contienen muchos orgánulos encerrados en membranas. Las membranas que envuelven los orgánulos aseguran la compartimentación de sus funciones. Revise la Figura 5.7 • El núcleo contiene la mayor parte del ADN de la célula y participa en el control de la síntesis de proteínas. El ADN y las proteínas asociadas a él forman un material llamado cromatina. Cada molécula de ADN larga y delgada se encuentra en una estructura de cromatina discreta llamada cromosoma. Revise la Figura 5.8 • Dentro del núcleo se encuentra el nucléolo, donde comienza el ensamblaje de los ribosomas. Después del ensamblaje parcial, los ribosomas se transportan al citoplasma, donde se completan y funcionan como sitios de síntesis de proteínas. • El sistema de endomembranas, que consta del retículo endoplásmico y el aparato de Golgi, es una serie de compartimentos interrelacionados encerrados por membranas. Segrega proteínas y las modifica. Los lisosomas contienen muchas enzimas digestivas. Revise las Figuras 5.9, 5.10, ACTIVIDAD 5.3, TUTORIAL ANIMADO 5.2 • Las mitocondrias y los cloroplastos son orgánulos semiautónomos que procesan energía. Las mitocondrias están presentes en la mayoría de los organismos eucariotas y contienen las enzimas necesarias para la respiración celular. Las células de los eucariotas fotosintéticos contienen cloroplastos que recolectan energía luminosa para la fotosíntesis. Revise las Figuras 5.11, 5.12 • Las vacuolas grandes están presentes en muchas células vegetales. Una vacuola consiste en un compartimento encerrado en una membrana lleno de agua y sustancias disueltas. • Los microfilamentos, filamentos intermedios y microtúbulos del citoesqueleto proporcionan forma, fuerza y movimiento a la célula. Repase la Figura 5.14 • Las proteínas motoras usan la energía celular para cambiar de forma y moverse. Impulsan los movimientos de flexión de los cilios y los flagelos y transportan los orgánulos a lo largo de los microtúbulos dentro de la célula. Revise las Figuras 5.18, 5.19

5.4 ¿Cuáles son las funciones de las estructuras extracelulares? • La pared celular de la planta se compone principalmente de celulosa. Las paredes celulares están perforadas por plasmodesmos que se unen a los citoplasmas de las células adyacentes. • En los animales, la matriz extracelular consta de diferentes tipos de proteínas, incluidos el colágeno y los proteoglicanos. Revise la figura 5.22

5.5 ¿Cómo se originaron las células eucariotas? • Los pliegues de la membrana plasmática podrían haber llevado a la formación de algunos orgánulos encerrados en la membrana, como el sistema de endomembranas y el núcleo. Revise la Figura 5.23A • Simbiosis significa "vivir juntos". La teoría de la endosimbiosis establece que las mitocondrias y los cloroplastos se originaron cuando las células más grandes engulleron, pero no digirieron, las células más pequeñas. Los beneficios mutuos permitieron que se mantuviera esta relación simbiótica, lo que permitió que las células más pequeñas evolucionaran hasta convertirse en los orgánulos eucariotas que se observan hoy. Revise la figura 5.23B

CAPÍTULO 6 Membranas celulares

6.1 ¿Cuál es la estructura de una membrana biológica? • Las membranas biológicas consisten en lípidos, proteínas y carbohidratos. El modelo de mosaico fluido de la estructura de la membrana describe una bicapa de fosfolípidos en la que las proteínas pueden moverse dentro del plano de la membrana. Repase la ACTIVIDAD 6.1 • Las dos capas de una membrana pueden tener diferentes propiedades debido a sus diferentes composiciones lipídicas. Las membranas de las células animales pueden contener altas concentraciones (hasta un 25%) de colesterol. Repaso TUTORIAL ANIMADO 6.1 • Las propiedades de las membranas también dependen de las proteínas de membrana integrales y de las proteínas de membrana periférica asociadas a ellas. Algunas proteínas, llamadas proteínas transmembrana, atraviesan la membrana. Revise la figura 6.1 • Los carbohidratos, unidos a proteínas en glicoproteínas oa fosfolípidos en glicolípidos, se proyectan desde la superficie externa de la membrana plasmática y funcionan como señales de reconocimiento. • Las membranas no son estructuras estáticas, sino que se forman, intercambian componentes y se descomponen constantemente.

6.2 ¿Cómo interviene la membrana plasmática en la adhesión y el reconocimiento celular? • Para que las células se unan en tejidos, deben reconocerse y adherirse unas a otras. El reconocimiento celular y la adhesión celular dependen de proteínas y carbohidratos asociados a la membrana. Revise la figura 6.6 • La adhesión puede implicar la unión entre moléculas idénticas (homotípicas) o diferentes (heterotípicas) en células adyacentes. • Las uniones de celdas conectan celdas adyacentes. Las uniones estrechas impiden el paso de moléculas a través de los espacios intercelulares entre las células y restringen la migración de proteínas de membrana sobre la superficie celular. Los desmosomas hacen que las células se adhieran firmemente unas a otras. Las uniones comunicantes proporcionan canales para la comunicación entre células adyacentes. Repase la Figura 6.7, ACTIVIDAD 6.2 • Las integrinas median la unión de las células animales a la matriz extracelular. El desprendimiento y el reciclaje de las integrinas permiten que las células se muevan. Revise la figura 6.8

6.3 ¿Cuáles son los procesos pasivos del transporte de membrana? Ver TUTORIAL ANIMADO 6.2 • Las membranas exhiben permeabilidad selectiva, regulando qué sustancias pasan a través de ellas. Las sustancias pueden atravesar la membrana por transporte pasivo, que no requiere aporte de energía química, o por transporte activo, que utiliza energía química. • La difusión es el movimiento de un soluto desde una región de mayor concentración a una región de menor concentración. El equilibrio se alcanza cuando no hay más cambios netos en la concentración. • En la ósmosis, el agua se difunde a través de una membrana desde una región de mayor concentración de agua a una región de menor concentración de agua. • La mayoría de las células se encuentran en un ambiente isotónico, donde las concentraciones totales de soluto en ambos lados de la membrana plasmática son iguales. Si la solución que rodea una célula es hipotónica para el interior de la célula, entra más

agua en la célula de la que sale, lo que hace que se hinche. En las células vegetales, esto contribuye a la presión de turgencia. En una solución hipertónica, sale más agua de la célula de la que entra, lo que hace que se arrugue. Revise la figura 6.9 • Una sustancia puede difundirse pasivamente a través de una membrana por difusión simple o difusión facilitada, a través de una proteína de canal o una proteína transportadora. • Los canales iónicos son proteínas de membrana que permiten la rápida difusión facilitada de iones a través de las membranas. Los canales cerrados pueden abrirse o cerrarse mediante ligandos químicos o cambios en el voltaje de la membrana. Revise la Figura 6.10 • Las acuaporinas son canales de agua. Revise la figura 6.11 • Las proteínas transportadoras se unen a moléculas polares como azúcares y aminoácidos y las transportan a través de la membrana. La tasa máxima de este tipo de difusión facilitada está limitada por el número de proteínas portadoras (transportadoras) en la membrana. Revise la figura 6.12

6.4 ¿Cuáles son los procesos activos del transporte de membrana? Ver TUTORIAL ANIMADO 6.3 • El transporte activo requiere el uso de energía química para mover sustancias a través de membranas contra su concentración o gradientes eléctricos. Las proteínas de transporte activo pueden ser uniportadoras, simportadoras o antiportadoras. Revise la figura 6.13 • En el transporte activo primario, la energía de la hidrólisis del ATP se usa para mover iones dentro o fuera de las células. La bomba de sodio-potasio es un ejemplo importante. Revise la figura 6.14 • El transporte activo secundario acopla el movimiento pasivo de una sustancia a favor de su gradiente de concentración con el movimiento de otra sustancia en contra de su gradiente de concentración. La energía del ATP se usa indirectamente para establecer el gradiente de concentración que resulta en el movimiento de la primera sustancia. Revise la figura 6.15

6.5 ¿Cómo entran y salen de una célula las moléculas grandes? Ver TUTORIAL ANIMADO 6.4 • La endocitosis es el transporte de macromoléculas, partículas grandes y células pequeñas hacia las células eucariotas a través de la invaginación de la membrana plasmática y la formación de vesículas. La fagocitosis y la pinocitosis son tipos de endocitosis. Revise la figura 6.16A • En la exocitosis, los materiales de las vesículas son secretados por la célula cuando las vesículas se fusionan con la membrana plasmática. Revise la figura 6.16B • En la endocitosis mediada por receptores, una proteína receptora específica en la membrana plasmática se une a una macromolécula particular. Revise la figura 6.17

CAPÍTULO 7 Comunicación celular y multicelularidad

7.1 ¿Qué son las señales y cómo responden las células a ellas? • Las células reciben muchas señales del entorno físico y de otras células. Las señales químicas suelen estar en concentraciones muy bajas. Las señales autocrinas afectan a las células que las producen; las señales yuxtracrinas afectan a las células adyacentes; las señales paracrinas se difunden y afectan a las células cercanas; y las hormonas se transportan a través de los sistemas circulatorios de los animales o los sistemas vasculares de las plantas. Repase la Figura 7.1, ACTIVIDAD 7.1 • Una vía de transducción de señales involucra la interacción de una molécula de señal con un receptor; la transducción de la señal a través de una serie de pasos dentro de la célula; y efectos sobre la función de la célula. Revise la Figura 7.2 • Las vías de transducción de señales involucran la regulación de enzimas y factores de transcripción. Se produce una gran cantidad de diafonía entre las vías.

7.2 ¿Cómo inician los receptores de señales una respuesta celular? • Las células responden a las señales solo si tienen proteínas receptoras específicas que pueden reconocer esas señales. • La unión de un ligando de señal a su receptor obedece a la ley química de acción de masas. Una medida clave de la fuerza de unión es la constante de disociación (KD). • Dependiendo de la naturaleza de su

señal o ligando, un receptor puede ubicarse en la membrana plasmática o dentro de la célula diana. Revise la figura 7.4 • Los receptores ubicados en la membrana plasmática incluyen canales iónicos, proteínas quinasas y receptores ligados a proteínas G. • Los receptores de los canales iónicos están "bloqueados". La puerta se "abre" cuando la estructura tridimensional de la proteína del canal se altera por la unión del ligando. Revise la figura 7.5 • Los receptores de proteína cinasa catalizan la fosforilación de sí mismos y/o de otras proteínas. Revise la figura 7.6 • La proteína AG tiene tres sitios de unión importantes, que se unen a un receptor ligado a proteína G, GDP o GTP, ya una proteína efectora. La proteína AG puede activar o inhibir una proteína efectora. Revise la Figura 7.7, TUTORIAL ANIMADO 7.1 • Los receptores intracelulares incluyen ciertos fotorreceptores en plantas y receptores de hormonas esteroides en animales. Un ligando soluble en lípidos, como una hormona esteroide, puede ingresar al citoplasma o al núcleo antes de unirse. Muchos receptores intracelulares son factores de transcripción. Revise la figura 7.8

7.3 ¿Cómo se transduce la respuesta a una señal a través de la celda? • Una cascada de proteína quinasa amplifica la respuesta a la unión del receptor. Revise la Figura 7.10, TUTORIAL ANIMADO 7.2 • Los segundos mensajeros incluyen AMP cíclico (cAMP), trifosfato de inositol (IP3), diacilglicerol (DAG) e iones de calcio. IP3 y DAG se derivan del fosfolípido fosfatidil inositol-bisfosfato (PIP2). • El gas óxido nítrico (NO) está involucrado en la transducción de señales en las células del músculo liso humano. Revise la figura 7.15

• La transducción de señales se puede regular de varias maneras. El equilibrio entre la activación y la inactivación de las moléculas involucradas determina la respuesta celular final a una señal. Revise la figura 7.16

7.4 ¿Cómo cambian las células en respuesta a las señales? • Las respuestas celulares a las señales pueden incluir la apertura de canales iónicos, la alteración de actividades enzimáticas o cambios en la expresión génica. Revise la figura 7.17 • Las enzimas activadas pueden activar otras enzimas en una vía de transducción de señales, lo que lleva a una amplificación impresionante de una señal. Revise la figura 7.18 • Las proteínas quinasas agregan covalentemente grupos fosfato a las proteínas objetivo; cAMP se une a proteínas diana de forma no covalente. Ambos tipos de unión cambian la conformación de la proteína diana para exponer u ocultar su sitio activo.

7.5 ¿Cómo se comunican directamente las células de un organismo multicelular? • Muchas células animales adyacentes pueden comunicarse entre sí directamente a través de pequeños poros en sus membranas plasmáticas llamados uniones comunicantes. Las estructuras de proteínas llamadas conexiones forman canales delgados entre dos células adyacentes a través de los cuales pueden pasar pequeñas moléculas de señal e iones. Revise la figura 7.19A • Las células vegetales están conectadas por poros algo más grandes llamados plasmodesmos, que atraviesan tanto las membranas plasmáticas como las paredes celulares. El desmotúbulo estrecha la abertura del plasmodesma.

Revise la figura 7.19B • La evolución de la comunicación celular y la formación de tejidos se puede deducir de los organismos existentes, como ciertas algas verdes. Revise la Figura 7.20 Vea la ACTIVIDAD 7.2 para una revisión del concepto de este capítulo.

PARTE TRES, CÉLULAS Y ENERGÍA

CAPÍTULO 8 Energía, enzimas y metabolismo

8.1 ¿Qué principios físicos subyacen a las transformaciones de energía biológica? • La energía es la capacidad de realizar un trabajo. En un sistema biológico, la energía utilizable se llama energía libre (G). La energía inutilizable es la entropía (S), una medida del desorden en el sistema. • La energía potencial es la energía de estado o posición; incluye la energía almacenada en los enlaces químicos. La energía cinética es la energía del movimiento; es el tipo de energía que puede hacer trabajo. • Las leyes de la termodinámica se aplican a los organismos vivos. La primera ley establece que la energía no se crea ni se destruye. La segunda ley establece que las transformaciones de energía disminuyen la cantidad de energía disponible para realizar trabajo (energía libre) y aumentan el desorden. Repase la figura 8.2 • El cambio en la energía libre (ΔG) de una reacción determina su punto de equilibrio químico, en el cual las reacciones directa e inversa proceden a la misma velocidad. • Una reacción exergónica libera energía libre y tiene un ΔG negativo. Una reacción endergónica consume o requiere energía libre y tiene un ΔG positivo. Las reacciones endergónicas proceden solo si se proporciona energía libre. Repase la Figura 8.3 • El metabolismo es la suma de todas las reacciones bioquímicas (metabólicas) en un organismo. Las reacciones catabólicas están asociadas con la ruptura de moléculas complejas y liberan energía (son exergónicas). Las reacciones anabólicas crean complejidad en la célula y son endergónicas.

8.2 ¿Cuál es el papel del ATP en la energía bioquímica? • El trifosfato de adenosina (ATP) sirve como moneda de cambio de energía en las células. La hidrólisis de ATP libera una cantidad relativamente grande de energía libre. • El ciclo ATP acopla reacciones exergónicas y endergónicas, recolectando energía libre de reacciones exergónicas y proporcionando energía libre para reacciones endergónicas. Repase la Figura 8.6, ACTIVIDAD 8.1

8.3 ¿Qué son las enzimas? • La velocidad de una reacción química es independiente de ΔG pero está determinada por la barrera de energía. Repase la figura 8.8 • Las enzimas son catalizadores de proteínas que afectan las velocidades de las reacciones biológicas al reducir la barrera energética y suministrar la energía de activación (Ea) necesaria para iniciar las reacciones. Revise la Figura 8.10, ACTIVIDAD 8.2 • Un sustrato se une al sitio activo de la enzima, el sitio de catálisis, formando un complejo enzima-sustrato (ES). Las enzimas son altamente específicas para sus sustratos. Revise la figura 8.9

8.4 ¿Cómo funcionan las enzimas? • En el sitio activo, un sustrato puede orientarse correctamente, modificarse químicamente o filtrarse. Como resultado, el sustrato forma fácilmente su estado de transición y continúa la reacción. Revise la figura 8.11 • El sustrato de unión hace que muchas enzimas cambien de forma, exponiendo su(s) sitio(s) activo(s) y permitiendo la catálisis. El cambio en la forma de la enzima causado por la unión del sustrato se conoce como ajuste inducido. Revise la figura 8.12 • Algunas enzimas requieren otras sustancias, conocidas como cofactores, para llevar a cabo la catálisis. Los grupos prostéticos están permanentemente unidos a enzimas; las coenzimas no lo son. Una coenzima puede considerarse un sustrato, ya que la reacción la modifica y luego la enzima la libera. • La concentración de sustrato afecta la velocidad de una reacción catalizada por enzimas.

8.5 ¿Cómo se regulan las actividades de las enzimas? • El metabolismo está organizado en vías en las que el producto de una reacción es un reactivo para la siguiente reacción. Cada reacción en la ruta es catalizada por una enzima diferente. • La actividad enzimática está sujeta a regulación. Algunos inhibidores se unen irreversiblemente a las enzimas. Otros se unen de forma reversible. Revise las Figuras 8.15, 8.16, TUTORIAL ANIMADO 8.1 • Un efector alostérico se une a un sitio que no es el sitio activo y estabiliza la forma activa o inactiva de una enzima. Revise la Figura 8.17, TUTORIAL

ANIMADO 8.2 • El producto final de una ruta metabólica puede inhibir una enzima que cataliza el paso de compromiso de esa ruta. Revise la figura 8.18 • La fosforilación reversible es otro mecanismo importante para regular la actividad enzimática. • Las enzimas son sensibles a su entorno. Tanto el pH como la temperatura afectan la actividad enzimática. Revise las figuras 8.19, 8.2

CAPÍTULO 9 Vías que cosechan energía química

9.1 ¿Cómo libera energía química la oxidación de la glucosa? • Cuando un material se oxida, los electrones que pierde se transfieren a otro material, que se reduce. Tales reacciones redox transfieren grandes cantidades de energía. Revise la Figura 9.2 • La coenzima NAD+ es un transportador de electrones clave en las reacciones redox biológicas. Existe en dos formas, una oxidada (NAD+) y otra reducida (NADH). • La glucólisis no utiliza O2. En condiciones aeróbicas, la respiración celular continúa el proceso de descomposición de la glucosa. En condiciones anaeróbicas, se produce la fermentación. Revise la Figura 9.4, ACTIVIDADES 9.1, 9.2 • Las vías de la respiración celular después de la glucólisis son la oxidación del piruvato, el ciclo del ácido cítrico y el transporte de electrones/síntesis de ATP.

9.2 ¿Cuáles son las vías aeróbicas del catabolismo de la glucosa? • La glucólisis consiste en diez reacciones catalizadas por enzimas que ocurren en el citoplasma celular. Se producen dos moléculas de piruvato por cada molécula de glucosa parcialmente oxidada, lo que proporciona el material de partida tanto para la respiración celular como para la fermentación. Revise la Figura 9.5 • La oxidación del piruvato sigue a la glucólisis y vincula la glucólisis con el ciclo del ácido cítrico. Esta vía convierte el piruvato en acetil CoA. • Acetil CoA es el punto de partida del ciclo del ácido cítrico. Reacciona con oxaloacetato para producir citrato. Una serie de ocho reacciones catalizadas por enzimas oxidan el citrato y regeneran el oxaloacetato, continuando el ciclo. Repase la Figura 9.6, ACTIVIDAD 9.3

9.3 ¿Cómo forma ATP la fosforilación oxidativa? • La oxidación de los transportadores de electrones en presencia de O2 libera energía que puede usarse para formar ATP en un proceso llamado fosforilación oxidativa. • El NADH y FADH2 producidos en la glucólisis, la oxidación del piruvato y el ciclo del ácido cítrico son oxidados por la cadena respiratoria, regenerando NAD+ y FAD. El oxígeno (O2) es el aceptor final de electrones y protones, formando agua (H2O). Revise la Figura 9.7, ACTIVIDAD 9.4 • La cadena respiratoria no solo transporta electrones, sino que también transfiere protones a través de la membrana mitocondrial interna, creando la fuerza motriz de protones. • Los protones impulsados por la fuerza protón-motriz pueden regresar a la matriz mitocondrial a través de la ATP sintasa, un motor molecular que acopla este movimiento de protones con la síntesis de ATP. Este proceso se llama quimiosmosis. Revise la Figura 9.8, TUTORIALES ANIMADOS 9.1, 9.2

La transferencia incompleta de electrones puede resultar en la formación de superóxidos tóxicos y radicales hidroxilo. Las enzimas especiales los eliminan para proteger la célula del daño.

9.4 ¿Cómo se recolecta la energía de la glucosa en ausencia de oxígeno? • En ausencia de O2, la glucólisis es seguida por la fermentación. Juntas, estas vías oxidan parcialmente el piruvato y generan productos finales como ácido láctico o etanol. En el proceso, NAD+ se regenera a partir de NADH para que la glucólisis pueda continuar, generando así una pequeña cantidad de ATP. Revise la figura 9.11 • Por cada molécula de glucosa utilizada, la glucólisis más la fermentación produce dos moléculas de ATP. Por el contrario, la glucólisis que opera con la oxidación del piruvato, el ciclo del ácido cítrico y la cadena respiratoria/ATP sintasa produce hasta 32 moléculas de ATP por molécula de glucosa. Revise la Figura 9.12, ACTIVIDAD 9.5

9.5 ¿Cómo se interrelacionan y regulan las vías metabólicas? • Las vías catabólicas para la descomposición de carbohidratos, grasas y proteínas alimentan las vías metabólicas de recolección de energía. Repase la Figura 9.13 • Las vías anabólicas utilizan componentes intermedios de las vías de recolección de energía para sintetizar grasas, aminoácidos y otros componentes esenciales. • La formación de glucosa a partir de intermediarios de la glucólisis y del ciclo del ácido cítrico se denomina gluconeogénesis. • Las tasas de glucólisis y el ciclo del ácido cítrico están controladas por la regulación alostérica y por la desviación del exceso de acetil CoA hacia la síntesis de ácidos grasos. Las enzimas reguladas clave incluyen fosfofructoquinasa, citrato sintasa, isocitrato deshidrogenasa y ácido graso sintasa. Ver Figura 9.16, ACTIVIDAD 9.6

CAPÍTULO 10 Fotosíntesis: Energía de la luz solar

10.1 ¿Qué es la fotosíntesis? • En el proceso de fotosíntesis, la energía de la luz solar es capturada y utilizada para convertir el CO_2 en compuestos más complejos que contienen carbono. Ver TUTORIAL ANIMADO 10.1 • Las plantas, algas y cianobacterias viven en ambientes aeróbicos y realizan la fotosíntesis oxigénica: la conversión de CO_2 y H_2O en carbohidratos. • Algunas bacterias que viven en ambientes anaerobios realizan la fotosíntesis anoxigénica, en la que se utiliza la energía del sol para fijar CO_2 sin el uso de H_2O y la producción de O_2. • Las reacciones luminosas de la fotosíntesis convierten la energía luminosa en energía química. Producen ATP y reducen $NADP^+$ a NADPH. Revise la figura 10.3 • Las reacciones independientes de la luz no utilizan la luz directamente, sino que utilizan ATP y NADPH para reducir el CO_2 y formar carbohidratos.

10.2 ¿Cómo convierte la fotosíntesis la energía luminosa en energía química? • La luz es una forma de radiación electromagnética. Se emite en paquetes parecidos a partículas llamados fotones, pero tiene propiedades ondulatorias. • Las moléculas que absorben la luz en el espectro visible se llaman pigmentos. Los organismos fotosintéticos tienen varios pigmentos, sobre todo clorofilas, pero también pigmentos accesorios como carotenoides y ficobilinas. • La absorción de un fotón 5 pone un electrón de una molécula de pigmento en un estado excitado que tiene más energía que su estado fundamental. • Cada pigmento tiene un espectro de absorción característico. Un espectro de acción refleja la tasa de fotosíntesis llevada a cabo por un organismo fotosintético a una determinada longitud de onda de luz. Repase la Figura 10.5 • Los pigmentos en los organismos fotosintéticos están organizados en complejos captadores de luz que absorben la energía de la luz y canalizan esta energía hacia las moléculas de clorofila a en el centro de reacción del fotosistema. La clorofila puede actuar como agente reductor, transfiriendo electrones excitados a otras moléculas. Revise la figura 10.7 • El transporte de electrones no cíclicos utiliza los fotosistemas I y II para producir ATP, NADPH y O_2. El transporte cíclico de electrones usa solo el fotosistema I y produce solo ATP. Ambos sistemas generan ATP a través de la cadena de transporte de electrones. Revise las Figuras 10.8, 10.9 • La quimiosmosis es el mecanismo de producción de ATP en la fotofosforilación. Revise la figura 10.10, TUTORIAL ANIMADO 10.2

10.3 ¿Cómo se usa la energía química para sintetizar carbohidratos? • El ciclo de Calvin produce carbohidratos a partir del CO_2. El ciclo consta de tres procesos: fijación de CO_2, reducción y producción de carbohidratos y regeneración de RuBP. Ver TUTORIAL ANIMADO 10.3 • RuBP es el aceptor inicial de CO_2, y 3PG es el primer producto estable de fijación de CO_2. La enzima rubisco cataliza la reacción de CO_2 y RuBP para formar 3PG. Revise la figura 10.12 • El ATP y el NADPH formados por las reacciones de la luz se utilizan en la reducción de 3PG para formar G3P. Revise la Figura 10.13, ACTIVIDAD 10.1 • La luz estimula las enzimas en el ciclo de Calvin, integrando aún más las vías dependientes e independientes de la luz. Revise la figura 10.14

10.4 ¿Cómo han adaptado las plantas la fotosíntesis a las condiciones ambientales? • Rubisco puede catalizar una reacción entre O2 y RuBP además de la reacción entre CO2 y RuBP. A altas temperaturas y bajas concentraciones de CO2, la función oxigenasa de la rubisco se ve favorecida sobre su función carboxilasa. • La reacción de oxigenasa catalizada por rubisco reduce significativamente la eficiencia de la fotosíntesis. Las reacciones posteriores de fotorrespiración recuperan parte del carbono fijado que de otro modo se perdería. Revise la Figura 10.15 • En las plantas C4, el CO2 reacciona con el fosfoenolpiruvato (PEP) para formar un intermedio de cuatro carbonos en las células del mesófilo. El producto de cuatro carbonos libera su CO2 a rubisco en las células de la vaina del haz en el interior de la hoja. Revise las Figuras 10.16, 10.17, ACTIVIDAD 10.2 • Las plantas CAM funcionan de manera muy similar a las plantas C4, pero su fijación inicial de CO2 por PEP carboxilasa está separada temporalmente del ciclo de Calvin, en lugar de estar separada espacialmente como en las plantas C4.

10.5 ¿Cómo interactúa la fotosíntesis con otras vías? • La fotosíntesis y la respiración celular están vinculadas a través del ciclo de Calvin, el ciclo del ácido cítrico y la glucólisis. Repase la Figura 10.18 • Para sobrevivir, una planta debe hacer la fotosíntesis más de lo que respira. • La fotosíntesis usa solo una pequeña porción de la energía de la luz solar. Revise la figura 10.19

PARTE CUATRO, GENES Y HERENCIA

CAPÍTULO 11 El ciclo celular y la división celular

11.1 ¿Cómo se dividen las células procariotas y eucariotas? • La división celular es necesaria para la reproducción, el crecimiento y la reparación de los organismos. • La división celular debe ser iniciada por una señal reproductiva. Antes de que una célula pueda dividirse, el material genético (ADN) debe replicarse y segregarse en porciones separadas de la célula. La citocinesis luego divide el citoplasma en dos células. • En los procariotas, la mayor parte del ADN celular es una sola molécula, generalmente en forma de cromosoma circular. Los procariotas se reproducen por fisión binaria. Revise la figura 11.2 • En los eucariotas, las células se dividen por mitosis o meiosis. La división de células eucariotas sigue el mismo patrón general que la fisión binaria, pero con diferencias significativas. Por ejemplo, una célula eucariota tiene un núcleo distinto cuyos cromosomas deben replicarse antes de separar las dos células hijas.

11.2 ¿Cómo se controla la división de células eucariotas? • El ciclo celular eucariótico tiene dos fases principales: la interfase, durante la cual las células no se dividen y el ADN se replica, y la mitosis o fase M, cuando las células se dividen. • Durante la mayor parte del ciclo celular eucariótico, la célula se encuentra en interfase, que se divide en tres subfases: S, G1 y G2. El ADN se replica durante la fase S. Siguen la mitosis (fase M) y la citocinesis. Revise la figura 11.3 • Los complejos ciclina-Cdk regulan el paso de las células a través de los puntos de control en el ciclo celular. La proteína de retinoblastoma (RB) inhibe el ciclo celular en el punto de restricción. La ciclina-Cdk funciona al inactivar RB y permite que progrese el ciclo celular. Revise las Figuras 11.5, 11.6 • Los controles externos, como los factores de crecimiento, pueden estimular a la célula para que comience un ciclo de división

. 11.3 ¿Qué sucede durante la mitosis? Ver TUTORIAL ANIMADO 11.1 • En la mitosis, un solo núcleo da lugar a dos núcleos que son genéticamente idénticos entre sí y con el núcleo original. • El ADN se envuelve alrededor de proteínas llamadas histonas, formando unidades parecidas a cuentas llamadas nucleosomas. Un cromosoma eucariótico contiene cadenas de nucleosomas unidos a proteínas en

un complejo llamado cromatina. Revise la figura 11.9 • En la mitosis, los cromosomas replicados (cromátidas hermanas) se mantienen unidos en el centrómero. Cada cromátida consta de una molécula de ADN de doble cadena. Durante la mitosis, las cromátidas hermanas, unidas por cohesina, se alinean en la placa ecuatorial y se unen al aparato del huso. Las cromátidas se separan (convirtiéndose en cromosomas hijos) y migran a los extremos opuestos de la célula. Revise las Figuras 11.10, 11.11, ACTIVIDADES 11.1, 11.2 • La mitosis se puede dividir en varias fases llamadas profase, prometafase, metafase, anafase y telofase. • La división nuclear suele ir seguida de citocinesis. Los citoplasmas de las células animales se dividen a través de un anillo contráctil formado por microfilamentos de actina y miosina. En las células vegetales, la citocinesis se logra mediante vesículas que se fusionan para formar una placa celular. Revise la figura 11.13

11.4 ¿Qué papel juega la división celular en el ciclo de vida sexual? • La reproducción asexual produce clones, nuevos organismos que son genéticamente idénticos al progenitor. Cualquier variación genética es el resultado de cambios en los genes. • En la reproducción sexual, dos gametos haploides, uno de cada padre, se unen en la fertilización para formar un cigoto diploide genéticamente único. Los ciclos de vida sexual pueden ser haplonticos, diplonticos o involucrar alternancia de generaciones. Repase la Figura 11.15, ACTIVIDAD 11.3 • En los organismos de reproducción sexual no haplonticos, ciertas células en el adulto experimentan meiosis, un proceso por el cual una célula diploide produce gametos haploides. • Cada gameto contiene uno de cada par homólogo de cromosomas del progenitor.

11.5 ¿Qué sucede durante la meiosis? Ver TUTORIAL ANIMADO 11.2 • La meiosis consta de dos divisiones nucleares, la meiosis I y la meiosis II, que juntas reducen el número de cromosomas de diploide a haploide. La meiosis asegura que cada célula haploide contenga un miembro de cada par de cromosomas y da como resultado cuatro células haploides genéticamente diversas, generalmente gametos. Repase la Figura 11.16, ACTIVIDAD 11.4 • En la meiosis I, cromosomas completos, cada uno con dos cromátidas, migran hacia los polos. En la meiosis II, las cromátidas hermanas se separan. • Durante la profase I, los cromosomas homólogos experimentan sinapsis para formar pares en una tétrada. Las cromátidas pueden formar uniones denominadas quiasmas, y el material genético puede intercambiarse entre los dos homólogos mediante el entrecruzamiento. Revise las Figuras 11.17, 11.18 • Tanto el entrecruzamiento durante la profase I como la distribución independiente de los homólogos a medida que se separan durante la anafase I aseguran que los gametos sean genéticamente diversos. • En la no disyunción, dos miembros de un par de cromosomas homólogos van al mismo polo durante la meiosis I, o dos cromátidas van al mismo polo durante la meiosis II o la mitosis. Esto lleva a que un gameto tenga un cromosoma extra y otro que carezca de ese cromosoma. Revise la figura 11.20 • La unión entre un gameto con un número anormal de cromosomas y un gameto haploide normal da como resultado una aneuploidía. Tales anomalías genéticas pueden ser dañinas o letales para el organismo. • Los números, formas y tamaños de los cromosomas en metafase constituyen el cariotipo de un organismo. • Los poliploides tienen más de dos conjuntos de cromosomas haploides. A veces, estos conjuntos provienen de diferentes especies. Revise la figura 11.22

11.6 En un organismo vivo, ¿cómo mueren las células? • Una célula puede morir por necrosis o puede autodestruirse por apoptosis, una serie de eventos genéticamente programados que incluye la fragmentación de su ADN nuclear. • La apoptosis está regulada por señales externas e internas. Estas señales dan como resultado la activación de una clase de enzimas llamadas caspasas que hidrolizan proteínas en la célula. Revise la figura 11.23

11.7 ¿Cómo la división celular no regulada conduce al cáncer? • Las células cancerosas se dividen más rápidamente que las células normales y pueden ser metastásicas y propagarse a órganos

distantes del cuerpo. • El cáncer puede resultar de cambios en cualquiera de los dos tipos de proteínas que regulan el ciclo celular. Las proteínas del oncogén estimulan la división celular y se activan en el cáncer. Las proteínas supresoras de tumores normalmente inhiben el ciclo celular, pero en el cáncer están inactivas. Revise la figura 11.25 • El tratamiento del cáncer a menudo se dirige al ciclo celular en las células tumorales. Repase la figura 11.26

CAPÍTULO 12 Herencia, genes y cromosomas

12.1 ¿Cuáles son las leyes mendelianas de la herencia? • Las características físicas de los organismos, o caracteres, pueden existir en diferentes formas o rasgos. Un rasgo hereditario es aquel que se puede transmitir de padres a hijos. Un fenotipo es la apariencia física de un organismo; un genotipo es la constitución genética del organismo. • Las diferentes formas de un gen se llaman alelos. Los organismos que tienen dos alelos idénticos para un rasgo se denominan homocigotos; los organismos que tienen dos alelos diferentes para un rasgo se llaman heterocigotos. Un gen reside en un sitio particular en un cromosoma llamado locus. • Los experimentos de Mendel incluyeron cruces recíprocos y cruces monohíbridos entre plantas de guisantes puras. El análisis de sus datos meticulosamente tabulados llevó a Mendel a proponer una teoría de herencia de partículas que establece que unidades discretas (ahora llamadas genes) son responsables de la herencia de rasgos específicos, a los que ambos padres contribuyen por igual. • La primera ley de Mendel, la ley de la segregación, establece que cuando cualquier individuo produce gametos, las dos copias de un gen se separan, de modo que cada gameto recibe sólo un miembro del par. Así, cada individuo en la F1 hereda una copia de cada padre. Revise las Figuras 12.3, 12.4 • Mendel usó un cruce de prueba para averiguar si un individuo que mostraba un fenotipo dominante era homocigoto o heterocigoto. Repase la Figura 12.5, ACTIVIDAD 12.1 • El uso de cruces dihíbridos por parte de Mendel para estudiar la herencia de dos caracteres condujo a su segunda ley: la ley de la distribución independiente. La variedad independiente de genes en la meiosis conduce a combinaciones no parentales de fenotipos en la descendencia de un cruce dihíbrido. Revise las Figuras 12.6, 12.7, TUTORIAL ANIMADO 12.1 • Los cálculos de probabilidad y las genealogías ayudan a los genetistas a rastrear los patrones de herencia mendeliana. Revise las Figuras 12.8, 12.9, TUTORIAL ANIMADO 12.2

12.2 ¿Cómo interactúan los alelos? • Surgen nuevos alelos por mutación aleatoria. Muchos genes tienen múltiples alelos. Un alelo de tipo salvaje da lugar a la forma predominante de un rasgo. Cuando el alelo de tipo salvaje está presente en un locus menos del 99 por ciento del tiempo, se dice que el locus es polimórfico. Revise la Figura 12.10 • En dominancia incompleta, ninguno de los dos alelos es dominante. El fenotipo heterocigoto es intermedio entre los fenotipos homocigotos. Revise la figura 12.11 • Existe codominancia cuando dos alelos en un locus producen dos fenotipos diferentes que aparecen en heterocigotos. • Se dice que un alelo que afecta a más de un rasgo es pleiotrópico.

12.3 ¿Cómo interactúan los genes? • En la epistasis, un gen afecta la expresión de otro. Revise la Figura 12.13 • Las condiciones ambientales pueden afectar la expresión de un genotipo. • La penetrancia es la proporción de individuos en un grupo con un genotipo dado que muestran el fenotipo esperado. La expresividad es el grado en que un genotipo se expresa en un individuo. • Las variaciones en los fenotipos pueden ser cualitativas (discretas) o cuantitativas (graduadas, continuas). La mayoría de los rasgos cuantitativos resultan de los efectos de varios genes y el medio ambiente. Los genes que juntos determinan los caracteres cuantitativos se denominan loci de rasgos cuantitativos

12.4 ¿Cuál es la relación entre los genes y los cromosomas? Ver TUTORIAL ANIMADO 12.3 • Cada cromosoma lleva muchos genes. Los genes en el mismo cromosoma se denominan grupo de enlace. • Los genes en el mismo cromosoma pueden recombinarse entrecruzándose. Los cromosomas recombinantes resultantes tienen nuevas combinaciones de alelos. Repase las Figuras 12.18, 12.19 • Los cromosomas sexuales contienen genes que determinan si el organismo producirá gametos masculinos o femeninos. Todos los demás cromosomas se llaman autosomas. Las funciones específicas de los cromosomas sexuales difieren entre los diferentes grupos de organismos. • La determinación primaria del sexo en los mamíferos suele ser una función de la presencia o ausencia del gen SRY. Las características sexuales secundarias son las manifestaciones externas de la masculinidad y la feminidad. • En las moscas de la fruta y los mamíferos, el cromosoma X porta muchos genes, pero el cromosoma Y solo tiene unos pocos. Los machos tienen un solo alelo (son hemicigotos) para los genes ligados al cromosoma X, por lo que las mutaciones recesivas ligadas al sexo se expresan fenotípicamente con mayor frecuencia en los machos que en las hembras. Las hembras pueden ser portadoras no afectadas de dichos alelos. Revise la figura 12.21

12.5 ¿Cuáles son los efectos de los genes fuera del núcleo? • Los orgánulos citoplasmáticos, como los plástidos y las mitocondrias, contienen una pequeña cantidad de genes. En muchos organismos, los genes citoplasmáticos se heredan sólo de la madre porque el gameto masculino contribuye sólo con su núcleo (es decir, sin citoplasma) al cigoto en el momento de la fecundación. Revise la figura 12.22

12.6 ¿Cómo transmiten los genes los procariotas? • Los procariotas se reproducen principalmente asexualmente pero pueden intercambiar genes en un proceso sexual llamado conjugación. Repase la Figura 12.23 • Los plásmidos son pequeños cromosomas adicionales en las bacterias que portan genes involucrados en importantes procesos metabólicos y que pueden transmitirse de una célula a otra. Revise la Figura 12.24 Consulte las ACTIVIDADES 12.2, 12.3 para obtener una revisión de conceptos de este capítulo

CAPÍTULO 13 El ADN y su papel en la herencia

13.1 ¿Cuál es la evidencia de que el gen es el ADN? • Los experimentos de Griffith en la década de 1920 demostraron que alguna sustancia en las células puede causar cambios hereditarios en otras células. Revise la figura 13.1 • La ubicación y la cantidad de ADN en la célula sugirieron que el ADN podría ser el material genético. Avery y sus colegas aislaron el principio de transformación de las bacterias y lo identificaron como ADN. Revise la figura 13.2 • Los experimentos de Hershey-Chase establecieron de manera concluyente que el ADN (y no la proteína) es el material genético, al rastrear el ADN de virus marcados radiactivamente, con los que infectaron células bacterianas. Revise la Figura 13.4, TUTORIAL ANIMADO 13.1 • La transformación genética de las células eucariotas a menudo se denomina transfección. La transformación y la transfección se pueden estudiar con la ayuda de un gen marcador genético que confiere un fenotipo conocido y observable. Repase la figura 13.5

13.2 ¿Cuál es la estructura del ADN? • La regla de Chargaff establece que la cantidad de adenina en el ADN es igual a la cantidad de timina y que la cantidad de guanina es igual a la cantidad de citosina; por tanto, la abundancia total de purinas (A + G) es igual a la abundancia total de pirimidinas (T + C). • La cristalografía de rayos X mostró que la molécula de ADN es una doble hélice. Watson y Crick propusieron que las dos hebras del ADN son antiparalelas. Revise la figura 13.7 • El emparejamiento de bases complementarias entre A y T y entre G y C explica la regla de Chargaff. Las bases se mantienen unidas por enlaces de hidrógeno. • Los grupos reactivos están expuestos en las bases

emparejadas, lo que permite el reconocimiento por parte de otras moléculas, como las proteínas. Repase la figura 13.8

13.3 ¿Cómo se replica el ADN? Consulte el TUTORIAL ANIMADO 13.2. • Meselson y Stahl demostraron que el ADN experimenta una replicación semiconservadora. Cada hebra madre actúa como molde para la síntesis de una nueva hebra; por lo tanto, las dos moléculas de ADN replicadas contienen cada una una hebra original y una hebra recién sintetizada. Repase la Figura 13.10, TUTORIAL ANIMADO 13.3 • En la replicación del ADN, la enzima ADN polimerasa cataliza la adición de nucleótidos al extremo 3' de cada hebra. Los nucleótidos que se añaden se determinan mediante el apareamiento de bases complementarias con la hebra molde. Revise la figura 13.11 • El complejo de pre-replicación es un enorme complejo proteico que se une al cromosoma en el origen de la replicación (ori). • La replicación procede del origen de la replicación en ambas hebras en la dirección 5'a 3', formando una horquilla de replicación. Revise la figura 13.12 • La primasa cataliza la síntesis de un cebador de ARN corto al que se le agregan nucleótidos mediante la ADN polimerasa. Revise la figura 13.13 • Muchas proteínas ayudan en la replicación del ADN. La ADN helicasa separa las hebras y las proteínas de unión de una sola hebra evitan que las hebras se vuelvan a asociar. Repase la Figura 13.15, ACTIVIDAD 13.1 • La hebra principal se sintetiza continuamente y la hebra rezagada en piezas llamadas fragmentos de Okazaki. Los fragmentos se unen mediante ADN ligasa. Revise las Figuras 13.16, 13.17, TUTORIAL ANIMADO 13.4 • La velocidad con la que avanza la polimerización del ADN se atribuye a la naturaleza procesiva de las ADN polimerasas, que pueden catalizar muchas polimerizaciones a la vez. Una abrazadera de ADN deslizante ayuda a garantizar la estabilidad de este proceso. Revise la figura 13.18 • En los extremos de los cromosomas eucariotas hay regiones de secuencias de ADN repetitivas llamadas telómeros. A menos que esté presente la enzima telomerasa, un segmento corto al final de cada telómero se pierde cada vez que se replica el ADN. Después de múltiples ciclos celulares, los telómeros se acortan lo suficiente como para causar inestabilidad cromosómica y muerte celular. Revise la figura 13.19

13.4 ¿Cómo se reparan los errores en el ADN? • Las ADN polimerasas cometen aproximadamente un error en 105 bases replicadas. El ADN también está sujeto a alteraciones naturales y daños químicos. El ADN puede repararse mediante al menos tres mecanismos diferentes, incluida la corrección de pruebas, la reparación de errores de coincidencia y la reparación por escisión. Revise la figura 13.20

13.5 ¿Cómo amplifica el ADN la reacción en cadena de la polimerasa? • La técnica de reacción en cadena de la polimerasa utiliza la polimerasa de ADN para hacer múltiples copias de ADN en el laboratorio. Revise la figura 13.21, TUTORIAL ANIMADO 13.5

CAPÍTULO 14 Del ADN a la proteína: expresión génica

14.1 ¿Cuál es la evidencia de que los genes codifican proteínas? • Los experimentos sobre enzimas metabólicas en el moho del pan Neurospora llevaron a la hipótesis de un gen, una enzima. Ahora sabemos que existe una relación de un gen y un polipéptido. Revise la figura 14.1

14.2 ¿Cómo fluye la información de los genes a las proteínas? • El dogma central de la biología molecular establece que el ADN codifica el ARN y el ARN codifica las proteínas. Las proteínas no codifican proteínas, ARN o ADN. • El proceso mediante el cual la información del ADN se copia en el ARN se llama transcripción. El proceso mediante el cual se construye una proteína a partir de la información del ARN se llama traducción. Repase la Figura 14.2, ACTIVIDAD 14.1 • Un producto de la transcripción es el ARN mensajero (ARNm). Los ARN de transferencia (ARNt) traducen la información

genética del ARNm en una secuencia correspondiente de aminoácidos para producir un polipéptido. • Ciertos virus de ARN son excepciones al dogma central. Por ejemplo, los retrovirus sintetizan ADN a partir de ARN en un proceso llamado transcripción inversa.

14.3 ¿Cómo se transcribe el contenido de información en el ADN para producir ARN? • En un gen determinado, solo una de las dos cadenas de ADN (la cadena plantilla) actúa como plantilla para la transcripción. La ARN polimerasa es el catalizador de la transcripción. • La transcripción de ARN a partir de ADN procede en tres pasos: iniciación, elongación y terminación. Revise la Figura 14.4, TUTORIAL ANIMADO 14.1 • La iniciación requiere un promotor, al que se une la ARN polimerasa. Parte de cada promotor es el sitio de iniciación, donde comienza la transcripción. • El alargamiento de la molécula de ARN procede del extremo 5' al 3'.

• Las secuencias de bases particulares especifican la terminación, en cuyo punto finaliza la transcripción y la transcripción de ARN se separa de la plantilla de ADN. • El código genético es un “lenguaje” de tripletes de bases de nucleótidos de ARNm (codones) correspondientes a 20 aminoácidos específicos; también hay codones de inicio y finalización. El código es redundante (un aminoácido puede estar representado por más de un codón) pero no ambiguo (ningún codón único representa más de un aminoácido). Repase las Figuras 14.5, 14.6, TUTORIAL ANIMADO 14.2, ACTIVIDAD 14.2

14.4 ¿Cómo se transcribe el ADN eucariótico y se procesa el ARN? • A diferencia de los procariotas, donde la transcripción y la traducción ocurren en el citoplasma y están acopladas, en los eucariotas la transcripción ocurre en el núcleo y la traducción ocurre más tarde en el citoplasma. • Los genes eucarióticos contienen intrones, que son secuencias no codificantes dentro de las regiones transcritas de los genes.

Revise las Figuras 14.7B, 14.8 • La transcripción inicial de un gen que codifica una proteína eucariótica se modifica con una tapa 5′ y una cola poli A 3′. Revise la figura 14.9 • Los intrones pre-ARNm se eliminan en el núcleo a través del empalme del ARN por las pequeñas partículas de ribonucleoproteína nuclear. Luego, el ARNm pasa a través de un poro nuclear al citoplasma, donde se traduce a través de los ribosomas. Revise la Figura 14.10, TUTORIAL ANIMADO 14.3

14.5 ¿Cómo se traduce el ARN en proteínas? Ver TUTORIAL ANIMADO 14.4 • Durante la traducción, los aminoácidos se unen en el orden especificado por los codones en el ARNm. Esta tarea la logran los ARNt, que se unen (están cargados) con aminoácidos específicos. • Cada especie de ARNt tiene un sitio de unión de aminoácidos, así como un anticodón complementario a un codón de ARNm específico. Una enzima activadora específica carga cada ARNt con su aminoácido específico. Repase las Figuras 14.11, 14.12 • El ribosoma es el banco de trabajo molecular donde se lleva a cabo la traducción. Tiene una subunidad grande y una pequeña, ambas hechas de ARN ribosómico y proteínas. • Tres sitios en la subunidad grande del ribosoma interactúan con los anticodones de ARNt. El sitio A es donde el anticodón de ARNt cargado se une al codón de ARNm; el sitio P es donde el ARNt agrega su aminoácido a la cadena polipeptídica en crecimiento; y el sitio E es donde se libera el tRNA. Revise la figura 14.13 • La traducción ocurre en tres pasos: iniciación, elongación y terminación. El complejo de iniciación consta de ARNt que lleva el primer aminoácido, la subunidad ribosómica pequeña y el ARNm. Una secuencia complementaria específica en la subunidad pequeña del ARNr se une al sitio de iniciación de la transcripción en el ARNm. Revise la figura 14.14 • La cadena polipeptídica en crecimiento se alarga por la formación de enlaces peptídicos entre aminoácidos, catalizada por el ARNr. Revise la figura 14.15 • Cuando un codón de parada llega al sitio A, termina la traducción al unirse a un factor de liberación. Revise la figura 14.16 • En un polisoma,

más de un ribosoma se mueve a lo largo de una hebra de ARNm al mismo tiempo. Revise la figura 14.17

14.6 ¿Qué sucede con los polipéptidos después de la traducción? • Las secuencias señal de aminoácidos dirigen los polipéptidos a sus destinos celulares. Revise las Figuras 14.18, 14.19 • Los destinos en el citoplasma incluyen orgánulos, a los que ingresan las proteínas después de ser reconocidas y unidas por receptores de superficie. • Las proteínas “dirigidas” al RE se unen a una proteína receptora en la membrana del RE. Revise la figura 14.18. • Las modificaciones posteriores a la traducción de los polipéptidos incluyen la proteólisis, en la cual un polipéptido se corta en fragmentos más pequeños; glicosilación, en la que se añaden azúcares; y fosforilación, en la que se añaden grupos fosfato. Revise la figura 14.20

CAPÍTULO 15 Mutación genética y medicina molecular

15.1 ¿Qué son las mutaciones? • Las mutaciones son cambios hereditarios en el ADN. Las mutaciones somáticas se transmiten a las células hijas, pero solo las mutaciones de la línea germinal se transmiten a la descendencia producida sexualmente. Repase el TUTORIAL ANIMADO 15.1 • Las mutaciones puntuales resultan de alteraciones en pares de bases individuales de ADN. Las mutaciones silenciosas pueden ocurrir en el ADN no codificante o en las regiones codificantes de los genes y no afectan las secuencias de aminoácidos de las proteínas. Las mutaciones sin sentido, sin sentido y de cambio de marco provocan cambios en las secuencias de proteínas. Revise la figura 15.2 • Las mutaciones cromosómicas (deleciones, duplicaciones, inversiones y translocaciones) involucran grandes regiones de los cromosomas. Revise la figura 15.4 • Las mutaciones espontáneas ocurren debido a inestabilidades en el ADN o los cromosomas. Las mutaciones inducidas ocurren cuando un mutágeno daña el ADN. Revise la figura 15.5 • Pueden ocurrir mutaciones en puntos calientes donde la citosina se ha metilado a 5′-metilcitosina. Revise la figura 15.6 • Las mutaciones, aunque a menudo son perjudiciales para un organismo individual, son la materia prima de la evolución.

15.2 ¿Qué tipos de mutaciones conducen a enfermedades genéticas? • Las anomalías en las proteínas se han relacionado con enfermedades genéticas. • Si bien una sola diferencia de aminoácidos puede ser la causa de una enfermedad, se han detectado variaciones de aminoácidos en muchas proteínas funcionales. Revise las Figuras 15.7, 15.8 • Las mutaciones puntuales, las deleciones y las anomalías cromosómicas están asociadas con enfermedades genéticas. Revise la figura 15.9 • Los efectos del síndrome de X frágil empeoran con cada generación. Este patrón es el resultado de una repetición triplete en expansión. Repase la Figura 15.10 • Una serie de mutaciones genéticas pueden conducir al cáncer de colon. Revise la figura 15.11 • Las enfermedades multifactoriales son causadas por las interacciones de muchos genes y proteínas con el medio ambiente. Son mucho más comunes que las enfermedades causadas por mutaciones en un solo gen.

15.3 ¿Cómo se detectan y analizan las mutaciones? • Las enzimas de restricción, que fabrican los microorganismos como defensa contra los virus, se unen y cortan el ADN en secuencias de reconocimiento específicas (también llamadas sitios de restricción). Estas enzimas se pueden utilizar para producir pequeños fragmentos de ADN para su estudio, una técnica conocida como digestión de restricción. Revise la figura 15.12 • Los fragmentos de ADN se pueden separar por tamaño mediante electroforesis en gel. Revise la Figura 15.13, TUTORIAL ANIMADO 15.2 • La toma de huellas dactilares de ADN se utiliza para distinguir entre individuos específicos o para revelar qué individuos están más estrechamente relacionados entre sí. Implica la detección de polimorfismos de ADN, incluidos los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP) y las repeticiones cortas en tándem (STR). Revise la Figura 15.14, ACTIVIDAD 15.1 • Es posible aislar tanto los genes mutantes como las proteínas anormales

responsables de las enfermedades humanas. Repase la figura 15.15 • El objetivo del proyecto de códigos de barras de ADN es secuenciar una sola región de ADN en todas las especies con fines de identificación.

15.4 ¿Cómo se utiliza el cribado genético para detectar enfermedades? • La detección genética se usa para detectar enfermedades genéticas humanas, alelos que predisponen a las personas a esas enfermedades o portadores de esos alelos de enfermedades. • La evaluación genética se puede realizar buscando una expresión anormal de proteínas. Revise la figura 15.17 • La prueba de ADN es la identificación directa de alelos mutantes. Cualquier célula se puede probar en cualquier momento del ciclo de vida. Revise la Figura 15.18, TUTORIAL ANIMADO 15.3

15.5 ¿Cómo se tratan las enfermedades genéticas? • Hay tres formas de modificar el fenotipo de una enfermedad genética: restringir el sustrato de una enzima deficiente, inhibir una reacción metabólica dañina o suplir una proteína faltante. Revise la figura 15.19 • El cáncer a veces se puede tratar con inhibidores metabólicos. • En la terapia génica, un gen mutante se reemplaza por un gen normal. Se están desarrollando terapias tanto ex vivo como in vivo. Revise la figura 15.20

CAPÍTULO 16 Regulación de la expresión génica

16.1 ¿Cómo se regula la expresión génica en procariotas? • Algunas proteínas se sintetizan sólo cuando se necesitan. Las proteínas que se producen solo en presencia de un compuesto particular, un inductor, son proteínas inducibles. Las proteínas que se producen a un ritmo constante independientemente de las condiciones son proteínas constitutivas. Revise la figura 16.2 • Un operón consta de un promotor, un operador y dos o más genes estructurales. Los promotores y operadores no codifican proteínas, pero sirven como sitios de unión para proteínas reguladoras. Revise la figura 16.4 • Los genes reguladores codifican proteínas reguladoras, como los represores. Cuando un represor se une a un operador, se inhibe la transcripción del gen estructural. Revise la Figura 16.5, TUTORIALES ANIMADOS 16.1, 16.2 • El operón lac es un ejemplo de un sistema inducible, en el que la presencia de un inductor (lactosa) evita que el represor se una al operador, lo que permite la transcripción de genes estructurales para el metabolismo de la lactosa. • La transcripción se puede mejorar mediante la unión de una proteína activadora al promotor. Revise la figura 16.6 • La represión por catabolitos es la inhibición de una vía catabólica para una fuente de energía por una fuente de energía preferida diferente.

16.2 ¿Cómo se regula la transcripción de genes eucarióticos? • La expresión génica eucariótica se regula tanto durante como después de la transcripción. Revise la Figura 16.7, ACTIVIDAD 16.1 • Los factores de transcripción y otras proteínas se unen al ADN y afectan la tasa de inicio de la transcripción en el promotor. Repase las Figuras 16.8, 16.9, TUTORIAL ANIMADO 16.3 • Las interacciones de estas proteínas con el ADN son muy específicas y dependen de los dominios proteicos y las secuencias de ADN. • Los genes que se encuentran en lugares distantes entre sí pueden regularse coordinadamente mediante factores de transcripción y elementos promotores. Revise la figura 16.11

16.3 ¿Cómo regulan los virus su expresión génica? • Los virus no son células y dependen de las células huésped para reproducirse. • La unidad básica de un virus es un virión, que consta de un genoma de ácido nucleico (ADN o ARN) y una cubierta proteica, llamada cápside. • Los bacteriófagos son virus que infectan bacterias. • Los virus pasan por un ciclo lítico, lo que hace que la célula huésped se reviente y libere nuevos viriones. • Algunos virus tienen promotores que se unen a la ARN polimerasa del huésped, que utilizan para transcribir sus propios genes y proteínas. Revise la

figura 16.13 • Algunos virus también pueden experimentar lisogenia, en la cual una molécula de su ADN, llamada profago, se inserta en el cromosoma huésped, donde se replica durante generaciones. Revise la figura 16.14 • El entorno celular determina si un fago experimenta un ciclo lítico o lisogénico. Las proteínas reguladoras que compiten por los promotores en el ADN del fago controlan el cambio entre los dos ciclos de vida. Revise la figura 16.15 • Un retrovirus usa transcriptasa inversa para generar un provirus cDNA a partir de su genoma RNA. El provirus se incorpora al ADN del huésped y puede activarse para producir nuevos viriones. Revise la figura 16.16

16.4 ¿Cómo regulan los cambios epigenéticos la expresión génica? • La epigenética se refiere a los cambios en la expresión génica que no involucran cambios en las secuencias de ADN. • La metilación de los residuos de citosina generalmente inhibe la transcripción. Revise la figura 16.18 • Las modificaciones de las proteínas histonas en los nucleosomas facilitan o dificultan la transcripción. Revise la figura 16.19 • Los cambios epigenéticos pueden ocurrir debido al medio ambiente. • La metilación del ADN puede explicar la impronta genómica, donde la expresión de un gen depende de su origen parental. Revise la figura 16.20

16.5 ¿Cómo se regula la expresión génica eucariótica después de la transcripción? • El empalme alternativo de pre-ARNm puede producir diferentes proteínas. Revise la figura 16.22 • Los ARN pequeños no codifican proteínas, pero regulan la traducción y la longevidad del ARNm. Repase la figura 16.23 • La traducción de mRNA a proteínas puede ser regulada por represores de traducción. • El proteasoma puede descomponer las proteínas, lo que afecta la longevidad de las proteínas. Revise la Figura 16.25 Consulte la ACTIVIDAD 16.2 para obtener una revisión del concepto de este capítulo

PARTE CINCO, GENOMAS

CAPÍTULO 17 Genomas

17.1 ¿Cómo se secuencian los genomas? • Los nuevos métodos de secuenciación del ADN involucran la miniaturización y el análisis computarizado. Revise la Figura 17.1, TUTORIALES ANIMADOS 17.1, 17.2 • Los genomas se secuencian en fragmentos superpuestos, y luego los fragmentos se alinean para dar la secuencia final. Revise la figura 17.2 • El análisis de las secuencias del genoma brinda información sobre las regiones codificantes y no codificantes de proteínas. Revise la figura 17.3

17.2 ¿Qué hemos aprendido de la secuenciación de genomas procarióticos? • La secuenciación del ADN se utiliza para estudiar los genomas de los procariotas que son importantes para los seres humanos y los ecosistemas. • La metagenómica es la identificación de secuencias de ADN sin aislar, cultivar e identificar primero los organismos presentes en una muestra ambiental. Muchas de estas secuencias son de procariotas que hasta ahora eran desconocidas para los biólogos. Revise la figura 17.4 • Los elementos transponibles y los transposones compuestos pueden moverse por el genoma. Revise la figura 17.5 • La mutagénesis de transposones se puede usar para inactivar genes uno por uno. Se puede probar la supervivencia del organismo mutado y se puede crear un genoma artificial basado en un conjunto mínimo de genes esenciales. Revise las Figuras 17.6, 17.7

17.3 ¿Qué hemos aprendido de la secuenciación de genomas eucarióticos? • Las secuencias del genoma de organismos modelo han demostrado algunas características comunes del genoma eucariótico. Además, existen genes especializados para la compartimentación celular, el desarrollo y características únicas de las plantas. Revise las tablas 17.2–17.5, las figuras 17.8, 17.9 • Algunos

genes eucariotas existen como miembros de familias de genes. Las proteínas se pueden producir a partir de estos genes estrechamente relacionados en diferentes momentos y en diferentes tejidos. Algunos miembros de familias de genes pueden ser pseudogenes no funcionales. Revise la figura 17.10 • Las secuencias repetidas están presentes en el genoma eucariótico. Revise la tabla 17.6 • Las secuencias moderadamente repetitivas incluyen aquellas que codifican rRNA y transposones. Repase la figura 17.11

17.4 ¿Cuáles son las características del genoma humano? • El genoma humano haploide tiene 3.200 millones de pb. • Sólo alrededor del 1,2 por ciento del genoma codifica proteínas; el resto consiste en secuencias repetidas y ADN no codificante. • Prácticamente todos los genes humanos tienen intrones, y el empalme alternativo conduce a la producción de más de una proteína por gen. • La genotipificación de SNP (mapeo de haplotipos) correlaciona las variaciones en el genoma con enfermedades o sensibilidad a fármacos. Puede conducir a la medicina personalizada. Repase la figura 17.14 • La farmacogenómica es el análisis de la genética aplicada al metabolismo de fármacos. Revise la figura 17.15

17.5 ¿Qué revelan las nuevas disciplinas de la proteómica y la metabolómica? • El proteoma es el contenido proteico total de un organismo. • Hay más proteínas que genes que codifican proteínas en el genoma. • El proteoma se puede analizar mediante métodos químicos que separan e identifican proteínas. Estos incluyen electroforesis bidimensional y espectrometría de masas. Consulte la figura 17.16. • El metaboloma es el contenido total de moléculas pequeñas, como intermediarios en el metabolismo primario, hormonas y metabolitos secundarios. Ver la ACTIVIDAD 17.1 para una revisión del concepto de este capítulo

CAPÍTULO 18 ADN recombinante y biotecnología

18.1 ¿Qué es el ADN recombinante? • El ADN recombinante está formado por la combinación de dos secuencias de ADN de diferentes fuentes. Revise la Figura 18.1 • Muchas enzimas de restricción hacen cortes escalonados en las dos hebras de ADN, creando fragmentos que tienen extremos cohesivos con bases desapareadas. • Los fragmentos de ADN con extremos cohesivos se pueden usar para crear ADN recombinante. Las moléculas de ADN de diferentes fuentes pueden cortarse con la misma enzima de restricción y empalmarse usando ADN ligasa. Revise la figura 18.2

18.2 ¿Cómo se insertan los nuevos genes en las células? • Uno de los objetivos de la tecnología del ADN recombinante es clonar un gen en particular, ya sea para su análisis o para producir su producto proteico en cantidad. • Las bacterias, las levaduras y las células animales y vegetales cultivadas se utilizan comúnmente como huéspedes para el ADN recombinante. La inserción de ADN extraño en las células huésped se denomina transformación o (para células animales) transfección. Las células transformadas o transfectadas se denominan células transgénicas. • Se utilizan varios métodos para introducir ADN recombinante en las células. Estos incluyen el tratamiento químico o eléctrico de las células, el uso de vectores virales y la inyección. Agrobacterium tumefaciens se usa a menudo para insertar ADN en células vegetales. • Para identificar las células huésped que han incorporado un gen extraño, la secuencia insertada puede etiquetarse con uno o más genes informadores, que son marcadores genéticos con fenotipos fácilmente identificables. Los marcadores seleccionables permiten el crecimiento selectivo de células transgénicas. Repase las Figuras 18.3, 18.4 • La replicación del gen extraño en la célula huésped requiere que se convierta en parte de un segmento de ADN que contiene un replicón (origen y término de la replicación). • Los vectores son secuencias de ADN que pueden transportar ADN nuevo a las células huésped. Los plásmidos y los virus se utilizan comúnmente como vectores.

18.3 ¿Qué fuentes de ADN se utilizan en la clonación? • Los fragmentos de ADN de un genoma se pueden insertar en las células huésped para crear una biblioteca genómica. Revise la figura 18.5A • Los ARNm producidos en un determinado tejido en un momento determinado se pueden extraer y utilizar para crear ADN complementario (ADNc) mediante transcripción inversa. Revise la figura 18.5B • Los productos de PCR se pueden usar para la clonación. El ADN sintético que contiene cualquier secuencia deseada se puede hacer en el laboratorio.

18.4 ¿Qué otras herramientas se utilizan para estudiar la función del ADN? • La recombinación homóloga se puede usar para anular un gen en un organismo vivo. Revise la figura 18.6 • Las técnicas de silenciamiento de genes se pueden usar para inactivar la transcripción de ARNm de un gen, lo que puede proporcionar pistas sobre la función del gen. Se puede agregar ARN antisentido o siARN creado artificialmente a una célula para evitar la traducción de un ARNm específico. Revise la figura 18.7 • La tecnología de microarreglos de ADN permite la detección de miles de secuencias de ADNc al mismo tiempo. Revise la Figura 18.8, TUTORIAL ANIMADO 18.1

18.5 ¿Qué es la biotecnología? • La biotecnología es el uso de células vivas para producir materiales útiles para las personas. La tecnología del ADN recombinante ha dado lugar a un auge de la biotecnología. • Los vectores de expresión permiten expresar un transgén en una célula huésped. Revise la Figura 18.9, ACTIVIDAD 18.1

18.6 ¿Cómo está cambiando la biotecnología la medicina y la agricultura? • Se han utilizado técnicas de ADN recombinante para producir proteínas médicamente útiles. Revise la Figura 18.10 • Pharming es el uso de plantas o animales transgénicos para producir productos farmacéuticos. Revise la Figura 18.11 • Debido a que la tecnología del ADN recombinante tiene varias ventajas sobre la biotecnología agrícola tradicional, se está aplicando ampliamente a la agricultura. Revise la Figura 18.12 • Las plantas de cultivos transgénicos se pueden adaptar a sus entornos, y no al revés. • Existe una preocupación pública sobre la aplicación de la tecnología del ADN recombinante a la producción de alimentos

CAPÍTULO 19 Expresión génica diferencial en el desarrollo

19.1 ¿Cuáles son los procesos de desarrollo? • Un organismo multicelular comienza su desarrollo como un embrión. Una serie de etapas embrionarias precede al nacimiento de un organismo independiente. Repase la Figura 19.1, ACTIVIDAD 19.1 • Los procesos de desarrollo son determinación, diferenciación, morfogénesis y crecimiento. • La expresión génica diferencial es responsable de las diferencias entre los tipos de células. El destino celular está determinado por factores ambientales, como la posición de la célula en el embrión, así como por influencias intracelulares. Repase la Figura 19.2, TUTORIAL ANIMADO 19.1 • A la determinación le sigue la diferenciación, los cambios reales en bioquímica, estructura y función que dan como resultado células de diferentes tipos. La determinación es un compromiso; la diferenciación es la realización de ese compromiso. • A lo largo del desarrollo, la potencia celular de las células embrionarias disminuye. Las células totipotentes (como un cigoto) son capaces de formar todo tipo de células en el cuerpo adulto. Las células pluripotentes pueden dar lugar a la mayoría de los tipos de células, las células multipotentes a varios tipos de células y las células unipotentes a un solo tipo de células.

19.2 ¿Cómo se determina el destino de la célula? • La segregación citoplasmática, la distribución desigual de los determinantes citoplasmáticos en el óvulo, el cigoto o el embrión temprano, puede establecer la polaridad y conducir a la determinación del destino celular. Revise la Figura 19.3, TUTORIAL ANIMADO 19.2 • La inducción es un proceso mediante el cual los tejidos animales

embrionarios dirigen el desarrollo de células y tejidos vecinos mediante la secreción de señales químicas, llamadas inductores. Revise las figuras 19.4, 19.5

19.3 ¿Cuál es el papel de la expresión génica en el desarrollo? • Los inductores actúan a través de vías de señalización para determinar el destino celular. Revise la figura 19.6 • La expresión génica diferencial da como resultado la diferenciación celular. Los factores de transcripción son especialmente importantes en la regulación de la expresión génica durante la diferenciación. • Las interacciones complejas de muchos genes y sus productos son responsables de la diferenciación durante el desarrollo. Revise la figura 19.7

19.4 ¿Cómo determina la expresión génica la formación de patrones? • La formación de patrones es el proceso que da como resultado la organización espacial de un tejido u organismo. • Durante el desarrollo, la eliminación selectiva de células por apoptosis resulta de la expresión de genes específicos. Revise la Figura 19.8 • Los sépalos, pétalos, estambres y carpelos se forman en las plantas como resultado de interacciones combinatorias entre factores de transcripción codificados por genes de identidad de órganos. Revise la figura 19.9 • Los factores de transcripción codificados por los genes de identidad de los órganos florales contienen una secuencia de aminoácidos llamada caja MADS que puede unirse al ADN. • Tanto las plantas como los animales usan información posicional como base para la formación de patrones. La información posicional generalmente viene en forma de una señal llamada morfógeno. Diferentes concentraciones del morfógeno causan diferentes efectos. Véanse las figuras 19.10, 19.11. • En la mosca de la fruta D. melanogaster, una cascada de activación transcripcional establece los ejes del embrión, el desarrollo de los segmentos y, finalmente, la determinación del destino celular en cada segmento. La cascada implica la expresión secuencial de genes de efecto materno, genes de brecha, genes de regla de pares, genes de polaridad de segmento y genes Hox. Repase las Figuras 19.13, 19.14, TUTORIAL ANIMADO 19.3 • Los genes Hox ayudan a determinar el destino celular en los embriones de todos los animales. El homeobox es una secuencia de ADN que se encuentra en los genes Hox y otros genes que codifican factores de transcripción. La secuencia de aminoácidos codificada por el homeobox se denomina homeodominio.

19.5 ¿Es reversible la diferenciación celular? • La capacidad de crear clones a partir de células diferenciadas demuestra el principio de equivalencia genómica. Revise las Figuras 19.16, 19.17 • Las células madre producen células hijas que se diferencian cuando se les proporcionan las señales intercelulares apropiadas. Algunas células madre multipotentes en el cuerpo adulto pueden diferenciarse en un número limitado de tipos de células para reemplazar las células muertas y mantener los tejidos. Revise la Figura 19.18 • Las células madre embrionarias son pluripotentes y se pueden cultivar en el laboratorio. En condiciones ambientales adecuadas, estas células pueden diferenciarse en casi cualquier tipo de tejido. Las células madre pluripotentes inducidas tienen características similares. Esto ha llevado a tecnologías diseñadas para reemplazar células o tejidos dañados por lesiones o enfermedades. Revise la Figura 19.19, TUTORIAL ANIMADO 19.4

CAPÍTULO 20 Genes, desarrollo y evolución

20.1 ¿Cómo pueden pequeños cambios genéticos dar como resultado grandes cambios en el fenotipo? • La biología evolutiva del desarrollo, o evo-devo, es el estudio de los aspectos evolutivos del desarrollo. Este campo se centra en los mecanismos moleculares que subyacen al desarrollo de la diversidad fenotípica. • Los cambios en el desarrollo subyacen a los cambios evolutivos en la morfología que producen diferencias en las formas corporales. • Las similitudes en los mecanismos básicos de desarrollo entre organismos ampliamente divergentes reflejan una ascendencia común.

Revise la Figura 20.1 • La diversidad evolutiva se produce usando un número modesto de genes reguladores. • Los genes que codifican los factores de transcripción y otras proteínas reguladoras que gobiernan la formación de patrones en los cuerpos en desarrollo de los organismos multicelulares se pueden considerar como un conjunto de herramientas genéticas. Estos genes reguladores se han conservado en gran medida a lo largo de la evolución. Revise la figura 20.2

20.2 ¿Cómo pueden las mutaciones con grandes efectos cambiar solo una parte del cuerpo? • Los cuerpos de los organismos maduros y en desarrollo se organizan en unidades independientes, o módulos, que se pueden modificar de forma independiente. Consulte el TUTORIAL ANIMADO 20.1. • El conjunto de herramientas genéticas involucra interruptores genéticos (promotores, potenciadores y represores) que pueden alterar la expresión de genes de desarrollo en diferentes módulos independientemente unos de otros. • Los genes del desarrollo se pueden expresar de forma modular en diferentes cantidades (heterometría), en diferentes momentos (heterocronía) o en diferentes ubicaciones (heterotopía). Repase las Figuras 20.3–20.6

20.3 ¿Cómo pueden los cambios en el desarrollo resultar en diferencias entre especies? • Los cambios en los interruptores genéticos que determinan dónde, cuándo y en qué medida se expresará un conjunto de genes subyacen tanto a la transformación de un individuo de huevo a adulto como a la evolución de las diferencias entre especies. • Las diferencias morfológicas entre especies pueden resultar de mutaciones en los genes que regulan el desarrollo de módulos tales como segmentos corporales o alas. Revise las figuras 20.8, 20.9

20.4 ¿Cómo puede el medio ambiente modular el desarrollo? • La capacidad de un organismo para modificar su desarrollo en respuesta a las condiciones ambientales se denomina plasticidad del desarrollo o fenotípica. • En muchas especies de reptiles, el desarrollo sexual está determinado por la temperatura de incubación, que actúa a través de genes que controlan la producción, modificación y acción de las hormonas sexuales. Revise la Figura 20.11 • La importancia adaptativa de la plasticidad del desarrollo no siempre es obvia, pero los experimentos pueden evaluar los efectos sobre el éxito reproductivo. Revise la Figura 20.12 • Algunas señales ambientales, como las que anticipan las estaciones, son muy regulares y pueden impulsar de manera confiable las adaptaciones estacionales en la forma y función del cuerpo. Revise la figura 20.13 • Las señales ambientales que desencadenan cambios en el desarrollo son diversas y pueden actuar en cualquier etapa de la vida de un organismo.

20.5 ¿Cómo restringen la evolución los genes del desarrollo? • Prácticamente todas las innovaciones evolutivas son modificaciones de estructuras preexistentes. Revise la Figura 20.15 • Debido a que muchos genes que gobiernan el desarrollo se han conservado en gran medida, es probable que rasgos similares evolucionen repetidamente, especialmente entre especies estrechamente relacionadas. Este proceso se denomina evolución fenotípica paralela. Revise la Figura 20.16

PARTE SEIS, LOS PATRONES Y PROCESOS DE LA EVOLUCIÓN

CAPÍTULO 21 Mecanismos de la Evolución

21.1 ¿Cuál es la relación entre el hecho y la teoría en la evolución? • La evolución es el cambio genético en las poblaciones a lo largo del tiempo. La evolución se puede observar directamente en las poblaciones vivas, así como en el registro fósil de la vida. • La teoría evolutiva se refiere a nuestra

comprensión de los mecanismos del cambio evolutivo. • Charles Darwin es más conocido por sus ideas sobre el ancestro común de las especies divergentes y sobre la selección natural (la supervivencia y reproducción diferencial de los individuos en función de la variación de sus rasgos) como mecanismo de evolución. Ver TUTORIAL ANIMADO 21.1, ACTIVIDAD 21.1 • Desde la época de Darwin, muchos biólogos han contribuido al desarrollo de la teoría de la evolución, y hoy en día continúa el rápido progreso en nuestra comprensión. Repase la Figura 21.2 • Para que una población evolucione, sus miembros deben poseer una variación genética heredable.

21.2 ¿Cuáles son los mecanismos del cambio evolutivo? • La mutación es la fuente de la variación genética sobre la que actúan los mecanismos de evolución. • El término adaptación se refiere tanto a un rasgo que evoluciona a través de la selección natural como al proceso que produce tales rasgos.

• Dentro de las poblaciones, la selección natural actúa para aumentar la frecuencia de alelos beneficiosos (selección positiva) y para disminuir la frecuencia de alelos perjudiciales (selección purificadora). • El movimiento de individuos o gametos entre poblaciones da como resultado el flujo de genes. • En poblaciones pequeñas, la deriva genética (la pérdida aleatoria de individuos y los alelos que poseen de una generación a la siguiente) puede producir grandes cambios en las frecuencias alélicas con el tiempo y reducir en gran medida la variación genética. Ver TUTORIAL ANIMADO 21.2 • Los cuellos de botella de la población ocurren cuando solo unos pocos individuos sobreviven a un evento aleatorio, lo que resulta en un cambio drástico en las frecuencias alélicas dentro de la población y la pérdida de la variación genética. De manera similar, una población establecida por un pequeño número de individuos que colonizan una nueva región puede perder variación genética a través de un efecto fundador. Repase la Figura 21.7 • El apareamiento no aleatorio puede resultar en cambios en las frecuencias de genotipos y alelos en una población. • La selección sexual resulta del éxito reproductivo diferencial basado en los fenotipos de los individuos. Revise la figura 21.9

21.3 ¿Cómo miden los biólogos el cambio evolutivo? • Las frecuencias alélicas miden la cantidad de variación genética en una población. Las frecuencias genotípicas muestran cómo se distribuye la variación genética de una población entre sus miembros. Juntas, las frecuencias alélicas y genotípicas describen la estructura genética de una población. Repase la figura 21.10 • El equilibrio de Hardy-Weinberg predice las frecuencias genotípicas a partir de las frecuencias alélicas en ausencia de evolución. La desviación de estas frecuencias indica que los mecanismos evolutivos están en funcionamiento. Repase la Figura 21.11, TUTORIAL ANIMADO 21.3 • La selección natural puede actuar sobre caracteres con variación cuantitativa de tres maneras diferentes. Revise la Figura 21.12 • La selección estabilizadora actúa para reducir la variación sin cambiar el valor medio de un rasgo. • La selección direccional actúa para desplazar el valor medio de un rasgo hacia un extremo. • La selección disruptiva favorece ambos extremos de los valores de los rasgos, lo que resulta en una distribución de caracteres bimodal.

21.4 ¿Cómo se distribuye y mantiene la variación genética dentro de las poblaciones? • Las mutaciones neutrales, la recombinación sexual, la selección dependiente de la frecuencia y la ventaja heterocigota pueden mantener la variación genética dentro de las poblaciones. • Los alelos neutrales no afectan la aptitud de un organismo, no se ven afectados por la selección natural y pueden acumularse o perderse por deriva genética. • A pesar de sus desventajas a corto plazo, la reproducción sexual genera innumerables combinaciones genotípicas que aumentan el potencial evolutivo y la supervivencia de las poblaciones. • Un polimorfismo puede mantenerse mediante selección dependiente de la frecuencia cuando la aptitud de un genotipo depende de su frecuencia en una población. • La variación genética dentro de las especies puede mantenerse por la existencia

de poblaciones genéticamente distintas en el espacio geográfico. Un cambio gradual en el fenotipo a través de un gradiente geográfico se conoce como variación clinal. Revise la figura 21.18

21.5 ¿Cuáles son las restricciones a la evolución? • Los procesos de desarrollo restringen la evolución porque todas las innovaciones evolutivas son modificaciones de estructuras previamente existentes. • La mayoría de las adaptaciones imponen costos además de beneficios. Una adaptación puede evolucionar solo si los beneficios que otorga superan los costos que impone. Revise la Figura 21.20, TUTORIAL ANIMADO 21.4

CAPÍTULO 22 Reconstrucción y uso de filogenias

22.1 ¿Qué es la filogenia? • La filogenia es la historia de las relaciones evolutivas entre los organismos o sus genes. Los grupos de especies relacionadas evolutivamente se representan como ramas en un árbol filogenético. Repase las Figuras 22.1, 22.2 • Las especies nombradas y los grupos de especies se denominan taxones. Un taxón que consta de un ancestro y todos sus descendientes evolutivos se denomina clado. Repase la Figura 22.3 • Las homologías son rasgos similares que han sido heredados de un ancestro común. Revise la figura 22.4 • Un rasgo derivado que comparten dos o más taxones y que se hereda de su ancestro común se llama sinapomorfia. • Las especies relacionadas a distancia pueden mostrar rasgos similares que no resultan de un ancestro común. La evolución convergente y las reversiones evolutivas pueden dar lugar a tales rasgos, que se denominan homoplasias.

22.2 ¿Cómo se construyen los árboles filogenéticos?

• Los árboles filogenéticos se pueden construir a partir de sinapomorfias utilizando la lógica de la parsimonia. Repase la Figura 22.5, ACTIVIDAD 22.1, TUTORIAL ANIMADO 22.1 • Las fuentes de información filogenética incluyen la morfología, los patrones de desarrollo, el registro fósil, los rasgos de comportamiento y los rasgos moleculares como el ADN y las secuencias de proteínas. • Los árboles filogenéticos también se pueden construir con métodos de máxima verosimilitud, que encuentran el árbol con mayor probabilidad de haber generado los datos observados. • Los métodos filogenéticos se han probado tanto en estudios experimentales como de simulación, y se ha demostrado que son precisos en una amplia variedad de condiciones.

22.3 ¿Cómo usan los biólogos los árboles filogenéticos? • Los árboles filogenéticos se usan para hacer comparaciones entre organismos vivos. Repase la Figura 22.10 • Los árboles filogenéticos se utilizan para reconstruir el pasado y comprender el origen de los rasgos. Repase la Figura 22.11 • Los biólogos pueden usar árboles filogenéticos para reconstruir estados ancestrales. Ver TUTORIAL ANIMADO 22.2 • Los árboles filogenéticos pueden incluir estimaciones de los tiempos de divergencia de los linajes determinados por el análisis del reloj molecular. Repase la figura 22.13

22.4 ¿Cómo se relaciona la filogenia con la clasificación? • Los biólogos usan relaciones filogenéticas para organizar la vida en un sistema de clasificación coherente. • Se espera que los taxones en las clasificaciones modernas sean grupos monofiléticos. Los grupos parafiléticos y polifiléticos no se consideran unidades taxonómicas apropiadas. Revise la Figura 22.15, ACTIVIDAD 22.2 • Varios conjuntos de reglas rigen el uso de nombres científicos, con el objetivo de proporcionar nombres únicos y universales para los taxones

CAPÍTULO 23 Especiación

23.1 ¿Qué son las especies? • La especiación es la divergencia de los linajes biológicos y el surgimiento del aislamiento reproductivo entre esos linajes. • El concepto de especie morfológica distingue especies sobre la base de similitudes y diferencias físicas. • El concepto de especie biológica distingue a las especies sobre la base del aislamiento reproductivo. • El concepto de especie de linaje reconoce a los linajes evolutivamente independientes como especies, lo que permite a los biólogos considerar las especies a lo largo del tiempo evolutivo.

23.2 ¿Cuál es la base genética de la especiación? • La especiación generalmente resulta de la interrupción del flujo de genes dentro de una población. • El modelo de Dobzhansky-Muller describe cómo puede desarrollarse el aislamiento reproductivo entre dos poblaciones físicamente aisladas a través de la acumulación de genes o arreglos cromosómicos incompatibles. Revise las Figuras 23.3, 23.4, TUTORIAL ANIMADO 23.1 • El aislamiento reproductivo aumenta con el aumento de la divergencia genética entre poblaciones. Revise la figura 23.5

23.3 ¿Qué barreras al flujo de genes dan como resultado la especiación? Consulte el TUTORIAL ANIMADO 23.2 • La especiación alopátrica, que se produce cuando las poblaciones están separadas por una barrera física, es el modo dominante de especiación en la mayoría de los grupos de organismos. Este tipo de especiación puede seguir eventos fundadores, en los que algunos miembros de una población cruzan una barrera y encuentran una población nueva y aislada. Revise las Figuras 23.6–23.8, TUTORIALES ANIMADOS 23.2 y 23.3 • La especiación simpátrica se produce cuando los genomas de dos grupos divergen en ausencia de aislamiento físico. Tal divergencia puede resultar de una selección disruptiva si individuos con diferentes genotipos prefieren microhábitats distintos. • La especiación simpátrica puede ocurrir dentro de dos generaciones a través de la poliploidía. La poliploidía puede surgir de la duplicación de cromosomas dentro de una especie (autopoliploidía) o de la hibridación que da como resultado la combinación de los cromosomas de dos especies (alopoliploidía). Revise la figura 23.9

23.4 ¿Qué sucede cuando las especies recién formadas entran en contacto? • Los mecanismos de aislamiento precigóticos previenen la hibridación; Los mecanismos de aislamiento poscigóticos reducen la aptitud de los híbridos. • Los mecanismos de aislamiento poscigóticos conducen al refuerzo de los mecanismos de aislamiento precigóticos por selección natural. Revise las Figuras 23.11, 23.12, 23.14 • Se pueden formar y persistir zonas híbridas si el aislamiento reproductivo entre especies es incompleto. Revise la figura 23.15

23.5 ¿Por qué varían las tasas de especiación? • La especialización dietética, la especialización de los polinizadores, la selección sexual y la capacidad de dispersión influyen en las tasas de especiación. Repase la Figura 23.16 • La radiación evolutiva se refiere a la rápida proliferación de especies descendientes de una única especie antecesora. Esto ocurre a menudo después de la colonización, cuando las nuevas especies pueden trasladarse rápidamente a nichos ecológicos desocupados en un proceso conocido como radiación adaptativa. Ver ACTIVIDAD 23.1 para una revisión del concepto de este capítulo

CAPÍTULO 24 Evolución de genes y genomas

24.1 ¿Cómo se usan los genomas para estudiar la evolución? • Un genoma es el conjunto completo de genes, secuencias reguladoras y elementos estructurales de un organismo, así como el ADN no codificante. • El campo de la evolución molecular se refiere a las relaciones entre las estructuras de genes y proteínas y las funciones de los organismos. • Los alineamientos de secuencias de proteínas o ácidos nucleicos de diferentes organismos nos permiten comparar las secuencias e identificar

posiciones homólogas. Revise la Figura 24.1, ACTIVIDAD 24.1 • El número mínimo de cambios entre secuencias se puede calcular a partir de una matriz de similitud. Los modelos de evolución de secuencias se pueden utilizar para dar cuenta de los cambios que no se pueden observar directamente. Repase la Figura 24.2, ACTIVIDAD 24.2

24.2 ¿Qué revelan los genomas sobre los procesos evolutivos? • Las sustituciones no sinónimas de nucleótidos dan como resultado reemplazos de aminoácidos en las proteínas, pero las sustituciones sinónimas no. Repase la Figura 24.5 • La teoría neutral de la evolución molecular establece que gran parte del cambio molecular en las secuencias de nucleótidos no cambia la función del genoma. La tasa de fijación de mutaciones neutras es independiente del tamaño de la población y es igual a la tasa de mutación. • La selección positiva para el cambio en un gen que codifica una proteína puede detectarse mediante una tasa más alta de sustituciones no sinónimas que sustituciones sinónimas. Lo contrario es cierto de la selección purificadora. • Las restricciones selectivas comunes pueden conducir a una evolución convergente de secuencias de aminoácidos en especies lejanamente relacionadas. Revise la figura 24.7 • El tamaño total de los genomas varía mucho más entre las especies multicelulares que el número de genes funcionales. Revise las Figuras 24.8, 24.9

24.3 ¿Cómo ganan y mantienen funciones los genomas? • La transferencia lateral de genes puede resultar en la rápida adquisición de nuevas funciones de especies lejanamente relacionadas. • Las duplicaciones de genes pueden resultar en una mayor producción del producto del gen, en pseudogenes no funcionales o en nuevas funciones de genes. Varias rondas de duplicación de genes pueden dar lugar a múltiples genes con funciones relacionadas, conocidos colectivamente como una familia de genes. Revise las Figuras 24.10, 24.11. • Los árboles de genes describen la historia evolutiva de genes particulares o familias de genes. Véase la ACTIVIDAD 24.3 • Algunos genes muy repetidos experimentan una evolución concertada, en la que las múltiples copias dentro del genoma mantienen su similitud, incluso cuando los genes divergen entre especies. Revise la figura 24.12, TUTORIAL ANIMADO 24.1

24.4 ¿Cuáles son algunas aplicaciones de la evolución molecular? • Los ortólogos son genes que están relacionados a través de eventos de especiación, mientras que los parálogos son genes que están relacionados a través de eventos de duplicación de genes. Repase la figura 24.13 • La función de la proteína se puede estudiar examinando la evolución de los genes. La detección de selección positiva se puede utilizar para identificar cambios moleculares que han resultado en cambios funcionales. • La evolución in vitro se usa para producir moléculas sintéticas con funciones específicas deseadas. Revise la Figura 24.14 • Muchas enfermedades se identifican, estudian y combaten a través de investigaciones evolutivas moleculares

CAPÍTULO 25 La historia de la vida en la Tierra

25.1 ¿Cómo fechan los científicos los acontecimientos antiguos? • Las edades relativas de los organismos pueden determinarse por los estratos de rocas sedimentarias en las que se encuentran sus fósiles. • Los paleontólogos usan una variedad de radioisótopos con diferentes vidas medias para fechar eventos en diferentes momentos del pasado remoto. Repase la Figura 25.1 • Los geólogos dividen la historia de la vida en eones, eras y períodos. Estas divisiones se basan en gran medida en las principales diferencias en los conjuntos de fósiles que se encuentran en las sucesivas capas de rocas. Revise la tabla 25.1

25.2 ¿Cómo han cambiado los continentes y el clima de la Tierra con el tiempo? • Los procesos de tectónica de placas dan como resultado la deriva continental, así como el vulcanismo y la formación

de montañas. Los cambios en las posiciones y tamaños de los continentes afectan los patrones de circulación oceánica, el clima y los niveles del mar. Revise la Figura 25.3, TUTORIAL ANIMADO 25.1 • Los principales eventos físicos en la Tierra, como la colisión de continentes que formaron la gigantesca masa de tierra única Pangea, han afectado la superficie, el clima y la atmósfera de la Tierra. Además, los eventos extraterrestres, como los impactos de meteoritos, han creado cambios climáticos repentinos y dramáticos. Algunos cambios dramáticos en las condiciones físicas de la Tierra han causado extinciones masivas. Revise la Figura 25.4 • Las cianobacterias generadoras de oxígeno liberaron suficiente O2 para abrir la puerta a las reacciones de oxidación en las rutas metabólicas. Los procariotas aeróbicos pudieron recolectar más energía que los organismos anaeróbicos y comenzaron a predominar. Los aumentos en los niveles de O2 atmosférico también apoyaron la evolución de las grandes células eucariotas. Repase la figura 25.8

25.3 ¿Cuáles son los eventos principales en la historia de la vida? • Los paleontólogos usan el registro fósil y la evidencia de cambios geológicos para determinar cómo se pudo haber visto la Tierra y su biota en diferentes épocas. Repase la Figura 25.12 • Durante la mayor parte de su historia, la vida estuvo confinada a los océanos. La vida multicelular se diversificó ampliamente durante la explosión del Cámbrico. Repase la Figura 25.13 • Cada uno de los períodos restantes de la era Paleozoica se caracterizó por la diversificación de grupos específicos de organismos. El Paleozoico terminó con la extinción masiva más drástica en la historia de la Tierra, al final del Pérmico. Revise la Figura 25.14 • Durante la era Mesozoica, distintas biotas terrestres evolucionaron en cada continente. Los dinosaurios se diversificaron para convertirse en los grandes depredadores y herbívoros dominantes. La era terminó con un evento de extinción masiva causado por la colisión de un meteorito gigante con la Tierra. • La era Cenozoica se divide en Terciario y Cuaternario, que a su vez se subdividen en épocas. Esta era vio el surgimiento de la biota moderna a medida que los mamíferos se extendían ampliamente y las angiospermas (plantas con flores) se volvieron dominantes. Revise la Tabla 25.2 Consulte la ACTIVIDAD 25.1 para obtener una revisión del concepto de este capítulo

SÉPTIMA PARTE, LA EVOLUCIÓN DE LA DIVERSIDAD

CAPÍTULO 26 Bacterias, arqueas y virus

26.1 ¿Dónde encajan los procariotas en el árbol de la vida? • Dos de los tres dominios de la vida, Bacteria y Archaea, son procarióticos. Se distinguen de Eukarya de varias maneras, incluida la falta de un núcleo y de orgánulos encerrados en membranas. Revise la Tabla 26.1 • Los eucariotas están relacionados tanto con Archaea como con Bacteria y parecen haberse originado a través de la endosimbiosis entre miembros de estos dos linajes. El último ancestro común de los tres dominios probablemente vivió hace unos 3 mil millones de años. Repase la Figura 26.1, TUTORIAL ANIMADO 26.1 • Las bacterias se pueden clasificar en dos grupos mediante la tinción de Gram. Las bacterias gramnegativas tienen un espacio periplásmico entre la membrana plasmática y una membrana externa distinta. Las bacterias Gram-positivas tienen una pared celular gruesa que contiene aproximadamente cinco veces más peptidoglicano que una pared Gram-negativa. Repase la Figura 26.2, ACTIVIDAD 26.1 • Las tres formas bacterianas más comunes son cocos (esferas), bacilos (bastones) y espirillas (hélices). Repase la figura 26.3 • La clasificación filogenética de los procariotas ahora se basa principalmente en las secuencias de nucleótidos del ARNr y otros genes involucrados en procesos celulares fundamentales. • Aunque la transferencia lateral de genes ha ocurrido a lo

largo de la historia evolutiva de los procariotas, todavía es posible aclarar muchos aspectos de la filogenia de los procariotas. Revise la figura 26.4

26.2 ¿Por qué los procariotas son tan diversos y abundantes? • Los procariotas son los organismos más numerosos de la Tierra. • Los Gram-positivos de bajo GC incluyen los micoplasmas, que se encuentran entre los organismos celulares más pequeños jamás descubiertos. • Algunos Gram-positivos de alto GC producen antibióticos importantes. • Las cianobacterias fotosintéticas liberan oxígeno a la atmósfera. Las cianobacterias pueden vivir libres como células individuales o asociarse en colonias multicelulares. Revise la figura 26.9 • Las espiroquetas tienen estructuras únicas llamadas filamentos axiales que les permiten moverse en forma de sacacorchos. Revise la figura 26.10 • Las proteobacterias abarcan el mayor número de especies conocidas de bacterias. Los grupos más pequeños incluyen las bacterias hipertermófilas, las hadobacterias y las clamidias. • Muchas arqueas son extremófilas. Revise la figura 26.14 • Los enlaces éter en las largas cadenas ramificadas de hidrocarburos de los lípidos que forman las membranas celulares son una sinapomorfía de Archaea. Revise la figura 26.15

26.3 ¿Cómo afectan los procariotas a sus entornos? • Los procariotas forman comunidades complejas, de las cuales las biopelículas son un ejemplo. Repase la Figura 26.19 • El metabolismo de los procariotas es muy diverso. Algunos procariotas son anaeróbicos, otros son aeróbicos y otros pueden cambiar entre estos modos. • Los procariotas se dividen en cuatro amplias categorías nutricionales: fotoautótrofos, fotoheterótrofos, quimioautótrofos y quimioheterótrofos. Repase la Tabla 26.2 • Los procariotas desempeñan funciones clave en el ciclo de elementos como el nitrógeno, el oxígeno, el azufre y el carbono. • Diversas comunidades de bacterias y arqueas viven sobre y dentro de la mayoría de los animales. La composición de estos microbiomas suele estar estrechamente relacionada con la salud del animal. Revise la Figura 26.21 • Los postulados de Koch establecen los criterios por los cuales un organismo puede clasificarse como patógeno. Se sabe que relativamente pocas bacterias, y ninguna arquea, son patógenos. Revise la figura 26.22

26.4 ¿Cómo se relacionan los virus con la diversidad y la ecología de la vida? • Los virus han evolucionado muchas veces a partir de muchos grupos diferentes de organismos celulares. Se colocan en grupos según la estructura de sus genomas, pero no se cree que estos grupos representen taxones monofiléticos. Revise la figura 26.23 • Algunos virus probablemente se derivan de componentes escapados de organismos celulares; se cree que otros evolucionaron como parásitos altamente reducidos. Revise la Figura 26.25 • Una gran fracción de los genomas de vertebrados (incluidos los humanos) consiste en restos incorporados de genomas retrovirales. • Los bacteriófagos se han usado para tratar infecciones bacterianas en humanos. • Los virus se encuentran en prácticamente todos los entornos de la Tierra y tienen un gran impacto en los ecosistemas del planeta.

CAPÍTULO 27 Origen y diversificación de los eucariotas

27.1 ¿Cómo surgió la célula eucariota? • El término protista no describe un grupo taxonómico formal. Es una abreviatura de "todos los eucariotas que no son plantas, animales u hongos". • Los primeros eventos en la evolución de la célula eucariota probablemente incluyeron la pérdida de la pared celular firme y el plegamiento de la membrana plasmática. Tal plegamiento probablemente condujo a la segregación del material genético en un núcleo encerrado en una membrana. Revise la Figura 27.1 • Las mitocondrias evolucionaron por endosimbiosis con una proteobacteria. • La endosimbiosis primaria de un eucariota y una cianobacteria dio lugar a los primeros cloroplastos. La endosimbiosis secundaria y la endosimbiosis terciaria entre eucariotas que contienen cloroplastos y

otros eucariotas dieron lugar a los cloroplastos distintivos de euglénidos, dinoflagelados y otros grupos. Revise la figura 27.2, TUTORIAL ANIMADO 27.1

27.2 ¿Qué características explican la diversidad de los protistas? • La mayoría de los eucariotas se pueden colocar en uno de los ocho clados principales que divergieron hace unos 1500 millones de años: alveolados, stramenopiles, rhizaria, excavates, plantas, amebozoos, hongos y animales. Revise la figura 27.3 • La mayoría de los protistas, pero no todos, son unicelulares. • Los alveolados son organismos unicelulares con sacos (alvéolos) debajo de sus membranas plasmáticas. Los clados alveolados incluyen los dinoflagelados marinos, los apicomplejos parásitos y los diversos ciliados altamente móviles. Ver ACTIVIDAD 27.1, TUTORIAL ANIMADO 27.2 • Los estramenopiles suelen tener dos flagelos de longitud desigual, el más largo con filas de pelos tubulares. Entre los estramenopiles se encuentran las diatomeas unicelulares, las algas pardas multicelulares y los oomicetos no fotosintéticos, muchos de los cuales son saprobios. • Rhizaria son unicelulares y acuáticos. Incluyen los cercozoos; los foraminíferos, que secretan caparazones de carbonato de calcio; y los radiolarios, que tienen pseudópodos delgados y rígidos y endoesqueletos vidriosos. • Las excavaciones incluyen especies tanto parásitas como de vida libre. Los diplomonas y parabasalids carecen de mitocondrias típicas. Los heteroloboseanos tienen una forma de cuerpo ameboide y un ciclo de vida de dos etapas. Los euglénidos tienen flagelos anteriores; algunos son fotosintéticos. Los cinetoplastos, que incluyen varios patógenos humanos, tienen una sola mitocondria grande. • Los amebozoos se desplazan mediante pseudópodos con forma de lóbulo. Un lobosean consta de una sola célula ameboidea. Los mohos mucilaginosos plasmodiales son amebozoos cuya etapa vegetativa es un cenocito que se mueve por flujo citoplasmático. En los mohos mucilaginosos celulares, las células individuales mantienen su identidad en todo momento, pero se agregan para formar estructuras fructíferas.

27.3 ¿Cuál es la relación entre sexo y reproducción en los protistas? • La reproducción asexual da lugar a linajes clonales de organismos. • La conjugación en Paramecium es un proceso sexual pero no reproductivo. Revise la figura 27.19 • La alternancia de generaciones, que incluye una etapa diploide multicelular y una etapa haploide multicelular, es una característica de muchos ciclos de vida de protistas multicelulares (así como de algunos hongos y todas las plantas terrestres). Las generaciones alternas pueden ser heteromórficas o isomórficas.

27.4 ¿Cómo afectan los protistas a su entorno? • Las diatomeas son responsables de aproximadamente una quinta parte de la fijación de carbono fotosintético en la Tierra. Ellos y otros miembros del fitoplancton son importantes productores primarios en el medio marino. Las diatomeas antiguas son una fuente importante de los yacimientos de petróleo y gas natural actuales. • Algunos protistas son patógenos de humanos y otros vertebrados. Revise la Figura 27.20, TUTORIAL ANIMADO 27.3 • Las relaciones endosimbióticas son comunes entre los protistas microbianos y, por lo general, benefician tanto a los endosimbiontes como a sus compañeros protistas o animales. Repase la figura 27.2

CAPÍTULO 28 Plantas sin semillas: del agua a la tierra

28.1 ¿Cómo surgió la fotosíntesis en las plantas? • La endosimbiosis primaria dio lugar a los cloroplastos y la posterior diversificación de las Plantae. Los descendientes del primer eucariota fotosintético incluyen glaucofitas, algas rojas, varios grupos de algas verdes y plantas terrestres, todas las cuales contienen clorofila a. Revise la Figura 28.1 • Las plantas verdes, que incluyen las algas verdes y las plantas terrestres, se caracterizan por la presencia de clorofila b (además de la clorofila a). Revise la Figura 28.1 • Las plantas terrestres, también conocidas como embriofitas,

surgieron de un ancestro de algas verdes acuáticas relacionado con las plantas de piedra actuales. Las plantas terrestres se desarrollan a partir de embriones que están protegidos por tejido parental. Revisa la figura 28.1

28.2 ¿Cuándo y cómo colonizaron las plantas la tierra? • La adquisición de una cutícula, estomas, gametangios, un embrión protegido, pigmentos protectores, paredes gruesas de esporas con un polímero protector y asociaciones mutualistas con hongos fueron todas adaptaciones de las plantas terrestres a la vida terrestre. • Todos los ciclos de vida de las plantas terrestres presentan alternancia de generaciones, en las que un esporofito diploide multicelular se alterna con un gametofito haploide multicelular. Revise la figura 28.6 • Las plantas terrestres no vasculares comprenden las hepáticas, los musgos y los antocerotes. Estos grupos carecen de tejidos vasculares especializados para la conducción de agua o nutrientes a través del cuerpo de la planta. • Los ciclos de vida de las plantas terrestres no vasculares dependen del agua líquida. El esporofito suele ser más pequeño que el gametofito y depende de él para obtener agua y nutrición. Revise la Figura 28.7, TUTORIAL ANIMADO 28.1 • Las hepáticas carecen de estomas, pero están presentes en musgos, antocerotes y plantas vasculares. Los antocerotes tienen un esporofito persistentemente verde, una característica compartida con las plantas vasculares.

28.3 ¿Qué características permitieron que las plantas terrestres diversificaran su forma? • Las plantas vasculares tienen un sistema vascular compuesto por xilema y floema que conduce agua, minerales y productos de la fotosíntesis a través del cuerpo de la planta. El sistema vascular incluye células llamadas traqueidas. • Las riniófitas, las primeras plantas vasculares conocidas, sólo las conocemos en forma fósil. Carecían de verdaderas raíces y hojas pero poseían rizomas y rizoides. Revise la figura 28.13 • Las licofitas (musgo club y parientes) tienen solo estructuras pequeñas y simples similares a hojas (micrófilas). Las monilofitas (que incluyen colas de caballo y helechos) tienen hojas verdaderas, por lo que, junto con las plantas con semillas, se conocen como eufilofitas. • A diferencia de las plantas terrestres no vasculares, el esporofito diploide es la etapa de vida más conspicua de las licofitas y las monilofitas. Repase la Figura 28.15, ACTIVIDAD 28.1 • Los micrófilos probablemente evolucionaron a partir de esporangios estériles. Megaphylls (hojas verdaderas) pueden haber resultado del aplanamiento y reducción de una parte de un sistema de tallo con crecimiento excesivo. Revise la figura 28.16 • Los primeros grupos de plantas vasculares que divergieron son homosporosos, pero la heterosporia (la producción de distintas megasporas y microsporas) ha evolucionado varias veces. Las megasporas se convierten en megagametofitos femeninos; las microsporas se convierten en microgametofitos masculinos. Repase la Figura 28.18, ACTIVIDADES 28.2 y 28.3

CAPÍTULO 29 La evolución de las plantas con semillas

29.1 ¿Cómo se convirtieron las plantas con semillas en la vegetación dominante de hoy? • Los fósiles de helechos con semillas leñosas son la evidencia más temprana de plantas con semillas. Los grupos supervivientes de plantas con semillas son las gimnospermas y las angiospermas. Revise la Figura 29.1 • Todas las plantas con semillas son heterosporosas y sus gametofitos son mucho más pequeños que (y dependen de) sus esporofitos. Revise la Figura 29.2 • Las plantas con semillas no requieren agua líquida para la fertilización. Los granos de polen, los microgametofitos de las plantas con semillas, son transportados a un megagametofito por el viento o por los animales. • Un óvulo está formado por el megagametofito de la planta con semilla y el tegumento de tejido esporofítico que lo protege. • Después de la polinización, emerge un tubo polínico del grano de polen, se alarga y, por lo general, entrega gametos al megagametofito. Revise la Figura 29.4, ACTIVIDAD 29.1 • El óvulo

se convierte en una semilla que contiene un embrión (la nueva generación de esporofitos). Las semillas están bien protegidas y, a menudo, son capaces de largos períodos de latencia, germinando solo cuando las condiciones son favorables. Revise la figura 29.5

29.2 ¿Cuáles son los principales grupos de gimnospermas? • Las gimnospermas producen óvulos y semillas que no están protegidas por tejidos ováricos o frutales. • Los principales grupos de gimnospermas son las cícadas, los ginkgos, las gnetofitas y las coníferas. Revise la Figura 29.6 • Las megasporas de las coníferas se producen en conos leñosos llamados megastrobili; las microsporas se producen en conos herbáceos llamados microstrobili. Revise las Figuras 29.7 y 29.8, ACTIVIDAD 29.2, TUTORIAL ANIMADO 29.1

29.3 ¿Cómo aumentan las flores y los frutos el éxito reproductivo de las angiospermas? • Las flores y los frutos son exclusivos de las angiospermas, lo que las distingue de las gimnospermas. • El xilema de la mayoría de las angiospermas es más complejo que el de las gimnospermas. Contiene dos tipos de células especializadas: elementos de vasos, que funcionan en el transporte de agua, y fibras, que juegan un papel importante en el soporte estructural. • Los óvulos y semillas de las angiospermas están encerrados y protegidos por carpelos. • Los órganos florales, desde la base hasta el ápice de la flor, son los sépalos, pétalos, estambres y pistilo. Los estambres tienen microsporangios en las anteras. El pistilo (que consta de uno o más carpelos) incluye un ovario que contiene óvulos. El estigma es la superficie receptiva del pistilo. • Una flor con megasporangios y microsporangios se denomina perfecta; una flor con solo uno u otro es imperfecta. • Una especie monoica tiene flores megasporangiadas y microsporangiadas en la misma planta. Una especie dioica es aquella en la que las flores megasporangiadas y microsporangiadas se encuentran en diferentes plantas. • Los carpelos y estambres de las flores probablemente evolucionaron a partir de estructuras similares a hojas. Revise la Figura 29.12 • Algunas plantas con flores perfectas tienen adaptaciones para evitar la autofecundación. Revise la Figura 29.13 • Muchas angiospermas han coevolucionado con sus animales polinizadores. • Las angiospermas exhiben una doble fertilización, que por lo general resulta en la producción de un cigoto diploide y un endospermo triploide. Revise la Figura 29.16, TUTORIAL ANIMADO 29.2 • La división evolutiva más antigua entre las angiospermas se da entre el clado representado por la única especie del género Amborella y todas las demás plantas con flores. Revise la Figura 29.18 • Los clados de angiospermas más ricos en especies son las monocotiledóneas y las eudicotiledóneas. Los magnólidos son probablemente el grupo hermano de las monocotiledóneas y las eudicotiledóneas.

29.4 ¿Cómo benefician las plantas a la sociedad humana? • Las plantas brindan servicios ecosistémicos que afectan el suelo, el agua, la calidad del aire y el clima. • Las plantas son productores primarios y como tales son la base de las redes alimentarias terrestres. • Las plantas proporcionan a los humanos muchos productos medicinales importantes.

CAPÍTULO 30 La evolución y diversidad de los hongos

30.1 ¿Qué es un hongo? • Los hongos se distinguen de otros opistocontos por la heterotrofia absorbente y por la presencia de quitina en sus paredes celulares. Revise la Figura 30.1 • Algunos hongos son saprobios, otros son parásitos y algunos son mutualistas. • Las levaduras son hongos unicelulares de vida libre. • El cuerpo de un hongo multicelular es un micelio, una red de filamentos llamados hifas. Las hifas pueden ser septadas (con tabiques) o cenocíticas (multinucleadas). Repase la Figura 30.3

30.2 ¿Cómo interactúan los hongos con otros organismos? • Los hongos saprobios, que actúan como descomponedores, hacen contribuciones cruciales al reciclaje de elementos, especialmente del carbono. • Muchos hongos son parásitos, recolectando nutrientes de las células huésped por medio de haustorios. Repase la Figura 30.5 • Ciertos hongos tienen relaciones con otros organismos que son simbióticas y mutualistas. • Algunos hongos se asocian con algas verdes unicelulares, cianobacterias o ambas para formar líquenes, que viven en superficies expuestas de rocas, árboles y suelo. Revise la Figura 30.8 • Las micorrizas son asociaciones mutualistas de hongos con las raíces de las plantas. Mejoran la capacidad de una planta para absorber nutrientes y agua. • Los hongos endófitos viven dentro de las plantas y pueden brindar protección a sus huéspedes contra herbívoros y patógenos.

30.3 ¿Cómo difieren los grupos principales de hongos en estructura e historia de vida? • Los hongos microsporidios, quitridios y zigosporas se diversificaron al comienzo de la evolución fúngica. Los hongos micorrízicos arbusculares, los hongos del saco y los hongos del club forman un grupo monofilético, y los dos últimos grupos forman el clado Dikarya. Repase la Figura 30.10, la Tabla 30.1, la ACTIVIDAD 30.1 • Muchas especies de hongos se reproducen tanto sexual como asexualmente. En muchos hongos, la reproducción sexual ocurre entre individuos de diferentes tipos de apareamiento. Revise la Figura 30.11 • Los microsporidios son hongos unicelulares altamente reducidos. Son parásitos intracelulares obligados de los animales. • Los tres linajes distintos de quitridios incluyen especies con gametos flagelados. Revise la figura 30.14A • En la reproducción sexual de los hongos terrestres, la plasmogamia (fusión de citoplasma) precede a la cariogamia (fusión de núcleos). • Los hongos zygospore tienen una etapa de reposo conocida como zygospore, que contiene muchos núcleos diploides. Sus esporas se dispersan a partir de esporangióforos con tallo simple. Revise la Figura 30.14B, TUTORIAL ANIMADO 30.1 • Los hongos micorrízicos arbusculares forman asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas. Solo se sabe que se reproducen asexualmente. Sus hifas son cenocíticas. • En los hongos del saco y los hongos del club, se forma un micelio que contiene dos núcleos haploides genéticamente diferentes, llamado dikaryon. La condición dicariótica (n + n) es exclusiva de los hongos. Revise la Figura 30.16, ACTIVIDAD 30.2 • Los hongos del saco tienen hifas septadas con poros grandes; sus estructuras reproductivas sexuales son ascas. Algunos hongos de saco son levaduras unicelulares. Muchos hongos de saco filamentoso producen estructuras fructíferas carnosas llamadas ascomatas. La etapa de dicarión en el ciclo de vida del hongo del saco es relativamente breve. Revise la figura 30.16A • Los hongos club tienen hifas septadas con poros pequeños característicos. Sus estructuras de fructificación se denominan basidiomas y sus estructuras de reproducción sexual son basidios. La etapa de dicarión puede durar años. Revise la figura 30.16B

30.4 ¿Cuáles son algunas aplicaciones de la biología fúngica? • Algunos hongos son consumidos como alimento por los humanos; otros hongos son fundamentales para hornear, fermentar y dar sabor a los alimentos. • Los hongos juegan un papel importante en la limpieza de contaminantes ambientales como los hidrocarburos sintéticos derivados del petróleo.

• La diversidad y abundancia de líquenes en los árboles es un indicador sensible de la calidad del aire. • Los proyectos de reforestación requieren la restauración de la comunidad de hongos micorrízicos. • Varias especies de hongos son importantes organismos modelo. • Los hongos proporcionan armas importantes contra enfermedades y plagas.

CAPÍTULO 31 Orígenes de los animales y la evolución de los planes corporales

31.1 ¿Qué características distinguen a los animales? • Los animales comparten un conjunto de rasgos derivados que no se encuentran en otros grupos de organismos. Estos rasgos incluyen similitudes en las secuencias de muchos de sus genes, la estructura de sus uniones celulares y los componentes de su matriz extracelular. • Los patrones de desarrollo embrionario brindan pistas sobre las relaciones evolutivas entre los animales. Los animales diploblásticos, que incluyen ctenóforos, placozoos y cnidarios, desarrollan dos capas de células embrionarias. Los animales triploblásticos desarrollan tres capas celulares. Revise la figura 31.1 • Las diferencias en sus patrones de desarrollo temprano caracterizan a dos clados triploblásticos principales, los protostomas y los deuterostomas.

31.2 ¿Cuáles son las características de los planes corporales de animales? • Los planes corporales de los animales se pueden describir en términos de simetría, estructura de la cavidad corporal, segmentación, tipos de apéndices y desarrollo del sistema nervioso. • Algunos animales no tienen simetría, pero la mayoría de los animales tienen simetría radial o simetría bilateral. Revise la figura 31.4 • Muchos animales simétricos bilateralmente exhiben cefalización: la concentración de órganos sensoriales y tejidos nerviosos en la parte anterior de la cabeza. • Sobre la base de la estructura de sus cavidades corporales, los animales pueden describirse como acelomados, pseudocelomados o celomados. Revise la Figura 31.5, ACTIVIDAD 31.1 • La segmentación, que toma muchas formas, mejora el control del movimiento, al igual que los apéndices. Repase la figura 31.6 • El desarrollo de un sistema nervioso es importante para la coordinación del movimiento muscular y el procesamiento de la información sensorial. ¿Cómo obtienen los animales su alimento? •

Los animales móviles pueden moverse para encontrar comida;los animales sésiles permanecen en un lugar, pero pueden gastar energía para mover el medio ambiente y la comida que contiene hacia ellos • Los filtradores extraen pequeños organismos y moléculas orgánicas de su entorno. • Los herbívoros consumen plantas, generalmente sin matarlas. • Los depredadores tienen características morfológicas tales como dientes afilados, picos y garras que les permiten capturar y someter presas animales. • Los parásitos viven en o sobre otros organismos y se nutren de esos individuos huéspedes. • Los detritívoros consumen materia orgánica muerta y devuelven los nutrientes que contiene al ecosistema.

31.4 ¿Cómo difieren los ciclos de vida entre los animales? • Las etapas del ciclo de vida de un animal pueden estar especializadas para diferentes actividades. Una etapa inmadura cuya morfología es dramáticamente diferente a la de la etapa adulta se llama larva. • La mayoría de los ciclos de vida de los animales tienen al menos una etapa de dispersión. Muchos animales marinos sésiles se pueden agrupar por la presencia de una de dos etapas distintas de dispersión de larvas: trocóforo o nauplio. Revise la Figura 31.10 • Una característica de un animal o una etapa del ciclo de vida puede mejorar el desempeño del animal en una actividad pero reducir su desempeño en otra, una situación conocida como compensación. • Los parásitos tienen ciclos de vida complejos que pueden involucrar uno o más huéspedes y varias etapas larvales. Repase la figura 31.11 • En algunos grupos de animales, la reproducción asexual sin fisión conduce a la formación de colonias compuestas por muchos individuos genéticamente homogéneos y fisiológicamente integrados.

31.5 ¿Cuáles son los principales grupos de animales? • Los eumetazoos incluyen todos los animales excepto las esponjas. Aparte de las esponjas, los ctenóforos, los placozoos y los cnidarios, los animales, es decir, los protóstomos triploblásticos y los deuteróstomos, pertenecen a un gran grupo monofilético denominado bilaterianos. Repase la Figura 31.1, ACTIVIDAD 31.2 • Las esponjas son animales simples que carecen de capas de células diferenciadas y órganos verdaderos. Tienen esqueletos formados por espículas silíceas o calcáreas. Crean corrientes de agua y capturan alimentos con células de alimentación flageladas llamadas coanocitos. Revise la Figura 31.2 • Los

ctenóforos son radialmente simétricos y tienen dos capas de células separadas por una matriz extracelular inerte llamada mesoglea. Revise la figura 31.16 • Los placozoos son asimétricos en la edad adulta. Tienen solo unos pocos tipos de células y carecen de órganos verdaderos, aunque su simplicidad puede derivarse de forma secundaria. • El ciclo de vida de la mayoría de los cnidarios tiene dos etapas distintas: una etapa de pólipo sésil y una etapa de medusa móvil que se reproduce sexualmente. Un huevo fertilizado se convierte en una larva plánula que nada libremente, que se asienta en el fondo y se convierte en un pólipo. Repase las figuras 31.18, 31.22, TUTORIAL ANIMADO 31.1

CAPÍTULO 32 Animales protostomos

32.1 ¿Qué es un protostomos? • Los protostomas ("primero la boca") son animales bilateralmente simétricos con un cerebro anterior que rodea la entrada al tracto digestivo y un sistema nervioso ventral. El blastoporo embrionario de los protostomas se desarrolla en una boca. • Hay dos clados principales de protostomas, los lofotrocozoos y los ecdisozoos. Revise la Figura 32.1, Tabla 32.1, ACTIVIDADES 32.1, 32.2, TUTORIAL ANIMADO 32.1 • Los lofotrocozoos incluyen una amplia variedad de formas corporales. Dentro de este grupo, evolucionaron los lofóforos (órganos complejos tanto para la recolección de alimentos como para el intercambio de gases), las larvas de trocóforos de vida libre y la escisión en espiral. Algunas de estas características se perdieron posteriormente en algunos linajes (o evolucionaron de manera convergente). • Los ecdisozoos tienen una cubierta corporal conocida como cutícula, que deben mudar para poder crecer. Algunos ecdisozoos tienen una cutícula relativamente delgada. Otros, especialmente los artrópodos, tienen una cutícula rígida reforzada con quitina que funciona como un exoesqueleto. Revise la figura 32.4 • Los gusanos flecha pueden estar más estrechamente relacionados con los lofotrocozoos, o pueden ser el grupo hermano de todos los demás protostomas. Revise la figura 32.5

32.2 ¿Qué características distinguen a los principales grupos de lofotrocozoos? • Los lofotrocozoos van desde animales con intestino ciego y sin sistema de transporte interno hasta animales con tracto digestivo completo y sistemas de transporte interno complejos. Repase la Figura 32.6 • La mayoría de las especies de briozoos y entoproctos viven en colonias producidas a través de la reproducción asexual. Los individuos de ambos grupos se alimentan utilizando un lofóforo. • Platelmintos, rotíferos, gastrotricos y sus parientes cercanos forman un clado estructuralmente diverso de lofotrocozoos ciliados. Revise la Figura 32.7 • Los gusanos de cinta se alimentan usando una probóscide larga y protruyente. Revise la Figura 32.8

• Los braquiópodos sin caparazón y los forónidos parecidos a gusanos utilizan un lofóforo para alimentarse; este lofóforo puede haber evolucionado independientemente del lofóforo en briozoos y entoproctos. Revise las Figuras 32.9, 32.10 • Los anélidos son un grupo diverso de gusanos segmentados que viven en ambientes terrestres y acuáticos húmedos. Repase la Figura 32.11 • Los moluscos experimentaron una radiación evolutiva dramática basada en un plan corporal que consta de tres componentes principales: un pie, un manto y una masa visceral. Los cuatro principales clados vivos de moluscos (quitones, bivalvos, gasterópodos y cefalópodos) demuestran la diversidad que evolucionó a partir de este plan corporal de tres partes. Revise la figura 32.13

32.3 ¿Qué características distinguen a los principales grupos de ecdisozoos? • Los miembros de varios grupos pobres en especies de ecdisozoos marinos parecidos a gusanos (priapúlidos, kinorrincos y loricíferos) tienen cutículas delgadas. • Los nematodos tienen una cutícula gruesa de varias capas. Los nematodos se encuentran entre los más abundantes y universalmente distribuidos

de todos los grupos de animales. Revise la Figura 32.16 • Los gusanos crin de caballo son extremadamente delgados; muchos son endoparásitos como larvas.

32.4 ¿Por qué son tan diversos los artrópodos? • Un clado importante de ecdisozoos, los artrópodos, ha desarrollado apéndices articulados y emparejados que tienen una amplia diversidad de funciones. Colectivamente, los artrópodos son los animales dominantes en la Tierra en número de especies descritas y entre los más abundantes en número de individuos. • El encapsulamiento dentro de un exoesqueleto rígido brinda a los artrópodos apoyo para caminar, así como cierta protección contra los depredadores. La impermeabilización proporcionada por la quitina evita que los artrópodos se deshidraten en el aire seco. • Los apéndices articulados permiten patrones de movimiento complejos. Cada segmento de artrópodo tiene músculos adheridos al interior del exoesqueleto que operan ese segmento y los apéndices adheridos a él. • Los onicóforos y los tardígrados son parientes de los artrópodos que tienen apéndices simples no articulados. Los trilobites, los primeros artrópodos que se sabe que tenían apéndices articulados, desaparecieron en la extinción masiva del Pérmico. • Los quelicerados tienen un cuerpo de dos partes y piezas bucales puntiagudas que agarran a la presa; la mayoría de los quelicerados tienen cuatro pares de patas para caminar. • Las mandíbulas y las antenas son sinapomorfias de los mandibulados, que incluyen miriápodos, crustáceos y hexápodos. • Los cuerpos de los miriápodos tienen dos regiones: una cabeza con mandíbulas y antenas, y un tronco segmentado que tiene muchos pares de patas. • Los crustáceos tienen cuerpos segmentados que se dividen en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen, con diferentes apéndices especializados en cada región. Repase la figura 32.24 • Los hexápodos—insectos y sus parientes—son los artrópodos terrestres dominantes. Tienen las mismas tres regiones corporales que los crustáceos, pero no se forman apéndices en sus segmentos abdominales. Revise la figura 32.26, la tabla 32.2 • Las alas y la capacidad de volar evolucionaron por primera vez entre los insectos pterigotos, lo que les permitió explotar nuevos estilos de vida. Repase la figura 32.28

CAPÍTULO 33 Animales deuteróstomos

33.1 ¿Qué es un deuteróstomo? • Los deuterostomados varían mucho en su forma adulta, pero según los patrones distintivos de desarrollo temprano que comparten y los análisis filogenéticos de sus secuencias de genes, se considera que son monofiléticos. • Hay muchas menos especies de deuterostomas que de protostomas, pero muchos deuterostomas son grandes y ecológicamente importantes. • Los deuterostomados comprenden tres clados principales: los equinodermos, los hemicordados y los cordados. Repase la Figura 33.1, ACTIVIDAD 33.1, TUTORIAL ANIMADO 33.1

33.2 ¿Qué características distinguen a los equinodermos, hemicordados y sus parientes? • Los equinodermos y los hemicordados, juntos llamados ambulacrarios, tienen larvas ciliadas bilateralmente simétricas. Los equinodermos adultos tienen simetría pentaradial y una orientación corporal oral-aboral. Revise la figura 33.3 • Los xenoturbélidos y los acelos son animales marinos reducidos, de cuerpo blando, parecidos a gusanos, con pocos sistemas de órganos diferenciados. Sus relaciones son inciertas, pero análisis recientes sugieren que pueden ser el grupo hermano de los ambulacrarios. • Los equinodermos tienen un esqueleto interno de placas calcificadas y un sistema vascular de agua único conectado a extensiones llamadas pies ambulacrales. Revise la figura 33.3 • Los hemicordados son bilateralmente simétricos y tienen un cuerpo de tres partes dividido en probóscide, collar y tronco. Revise la figura 33.6

33.3 ¿Qué nuevas características evolucionaron en los cordados? • Los cordados se dividen en tres clados principales: lancetas, tunicados y vertebrados. • En alguna etapa de su desarrollo, todos los

cordados tienen un cordón nervioso dorsal hueco, una cola posanal y una notocorda. Las lancetas tienen las tres características clave de cordados cuando son adultos. Los tunicados tienen estas características cuando son larvas pero las pierden cuando son adultos. Repase la figura 33.7 • El cuerpo de los vertebrados se caracteriza por un esqueleto interno, que está sostenido por una columna vertebral que reemplaza a la notocorda. También se caracteriza por órganos internos suspendidos en un celoma, un corazón ventral y un cráneo anterior que encierra un gran cerebro. Repase la Figura 33.9 • De antepasados estuarinos, los vertebrados se diversificaron en muchos linajes de peces marinos y de agua dulce. Uno de estos linajes, los vertebrados de extremidades lobuladas, más tarde irradió a los ambientes terrestres. Revise la figura 33.10 • En los gnatóstomos, las mandíbulas evolucionaron a partir de los arcos branquiales. Las mandíbulas permitieron a estos vertebrados agarrar presas grandes y, junto con los dientes, les permitieron cortar la comida en pedazos pequeños. Revise la Figura 33.12 • Los condrictios tienen esqueletos de cartílago; casi todas las especies son marinas. Los esqueletos de los peces con aletas radiadas están hechos de hueso; estos peces han colonizado todos los ambientes acuáticos.

33.4 ¿Cómo colonizaron la tierra los vertebrados? • Los pulmones y los apéndices articulados permitieron que un linaje de vertebrados con extremidades lobuladas colonizara la tierra. Este linaje dio origen a los tetrápodos. Repase la Figura 33.16 • La primera división en el árbol de tetrápodos es entre los anfibios y los amniotas (reptiles y mamíferos). • La mayoría de los anfibios modernos están confinados a ambientes húmedos porque sus cuerpos y sus huevos pierden agua rápidamente. Revise la Figura 33.17, TUTORIAL ANIMADO 33.2 • Una piel impermeable, riñones eficientes y un huevo de amniota que podía resistir la desecación evolucionaron en los amniotas. Repase la Figura 33.19, ACTIVIDAD 33.2 • Los principales grupos de reptiles vivos son los lepidosaurios (tuátaras, junto con los escamosos, que incluyen lagartijas, serpientes y anfisbenios), las tortugas y los arcosaurios (cocodrilos y aves). Repase la Figura 33.20 • Las aves evolucionaron de un grupo de dinosaurios depredadores activos conocidos como terópodos. Las plumas surgieron entre los terópodos, originalmente para aislamiento y para mejorar la coloración, pero finalmente se convirtieron en adaptaciones para el vuelo en las aves. Repase las Figuras 33.23, 33.24 • Los mamíferos son únicos entre los animales en proporcionar a sus crías un líquido nutritivo (leche) secretado por las glándulas mamarias. Hay dos clados primarios de mamíferos: los prototerios (de los cuales solo hay cinco especies) y los terios ricos en especies. El clado therian se subdivide en los marsupiales y los euterios. Revise la Tabla 33.1 • La filogenia de los mamíferos está fuertemente asociada con la ruptura de los principales continentes durante el Mesozoico. Los principales linajes de euterios se diversificaron en Laurasia, África y América del Sur. Revise la figura 33.28

33.5 ¿Qué rasgos caracterizan a los primates? • Las extremidades prensiles con dedos oponibles distinguen a los primates de otros mamíferos. El clado prosimiano incluye a los lémures, loris y galagos; el clado antropoide incluye tarseros, monos y simios. Repase la figura 33.30 • Los antepasados de los homínidos eran simios terrestres que desarrollaron una locomoción bípeda eficiente. Revise la figura 33.34 • En el linaje que conduce a Homo, los cerebros se hicieron más grandes a medida que las mandíbulas se hicieron más pequeñas; los dos eventos parecen estar relacionados con el desarrollo y son un ejemplo de evolución a través de la neotenia. Revise la Figura 33.35 Consulte la ACTIVIDAD 33.3 para una revisión del concepto de este capítulo

PARTE OCHO, PLANTAS CON FLORES: FORMA Y FUNCIÓN

CAPÍTULO 34 El cuerpo vegetal

34.1 ¿Cuál es el plan corporal básico de las plantas? • Los órganos vegetativos de las plantas con flores son las raíces, que forman un sistema de raíces, y los tallos y las hojas, que forman un sistema de brotes. Revise la Figura 34.1 • El desarrollo de las plantas difiere del desarrollo animal en que las plantas tienen meristemas apicales, paredes celulares, vacuolas y, en algunos casos, células totipotentes. • Las plantas tienen ejes de simetría apical-basal y radial. Repase las Figuras 34.3, 34.4

34.2 ¿Cuáles son los principales tejidos de las plantas? • Tres sistemas de tejidos, dispuestos concéntricamente, se extienden por todo el cuerpo de la planta: los sistemas de tejido vascular, tejido dérmico y tejido fundamental. Revise la Figura 34.5 • El sistema de tejido dérmico protege la superficie del cuerpo de la planta. Las células dérmicas forman la epidermis y, en las plantas leñosas, la peridermis. • El sistema de tejido fundamental contiene células de tres tipos. Algunas células del parénquima realizan la fotosíntesis; otros almacenan almidón. Las células de colénquima brindan un soporte flexible. Las células de esclerénquima incluyen fibras y esclereidas que proporcionan fuerza y soporte mecánico. Revise las Figuras 34.6, 34.7 • El sistema de tejido vascular incluye el xilema, que conduce el agua y los minerales absorbidos por las raíces, y el floema, que conduce los productos de la fotosíntesis por todo el cuerpo de la planta. • Los elementos traqueales incluyen traqueidas y elementos vasculares, que son las células conductoras del xilema. Los elementos del tubo criboso son las células conductoras del floema.

34.3 ¿Cómo construyen los meristemos una planta de crecimiento continuo? • Todas las plantas con semillas poseen un cuerpo vegetal primario que consta de tejidos no leñosos. Las plantas leñosas también poseen un cuerpo vegetal secundario que consiste en madera y corteza. Los meristemos apicales generan el cuerpo vegetal primario y los meristemos laterales generan el cuerpo vegetal secundario. Repase la Figura 34.8 • Los meristemas apicales son responsables del crecimiento primario (alargamiento de raíces y brotes). Los meristemas apicales en las puntas de los tallos y las raíces dan lugar a tres meristemas primarios (protodermo, meristemo fundamental y procambium), que a su vez producen los tres sistemas de tejido del cuerpo vegetal primario. • El meristemo apical de la raíz da origen al casquete de la raíz ya tres meristemos primarios. Las puntas de las raíces tienen zonas superpuestas de división celular, elongación celular y maduración celular. Revise la Figura 34.9

• El tejido vascular de las raíces está contenido dentro de la estela. Se organiza de manera diferente en raíces eudicot y monocotiledóneas. Repase las Figuras 34.10, 34.11, ACTIVIDADES 34.1, 34.2 • En los tallos no leñosos, el tejido vascular se divide en haces vasculares, cada uno de los cuales contiene xilema y floema. Revise la Figura 34.13, ACTIVIDADES 34.3, 34.4 • Las hojas de Eudicot tienen dos zonas de mesófilo fotosintético que son abastecidas por venas con agua y minerales. Las venas también transportan los productos de la fotosíntesis a otras partes del cuerpo de la planta. Una cutícula cerosa limita la pérdida de agua de la hoja. Las células protectoras controlan las aberturas llamadas estomas en la hoja que permiten la entrada de CO_2, pero también permiten que escape algo de agua. Repase la Figura 34.15, ACTIVIDAD 34.5 • Dos meristemos laterales, el cambium vascular y el cambium del corcho, son responsables del crecimiento secundario. El cambium vascular produce xilema secundario (madera) y floema secundario. El cambium del corcho produce un tejido protector llamado corcho. Revise las Figuras 34.16, 34.17, TUTORAL ANIMADO 34.1

34.4 ¿Cómo ha alterado la domesticación la forma de las plantas? • El plan del cuerpo de la planta es simple, pero puede cambiarse dramáticamente por pequeñas diferencias en los genes, como lo demuestra la diversidad natural de las plantas silvestres. • La domesticación de cultivos implica la selección artificial de ciertos rasgos deseables que se encuentran en las poblaciones silvestres. Revisa la figura 34.20

CAPÍTULO 35 Transporte en las plantas

35.1 ¿Cómo absorben agua y solutos las plantas? • El agua se mueve a través de las membranas biológicas por ósmosis, moviéndose siempre hacia regiones con un potencial hídrico más negativo. El potencial hídrico (Ψ) de una celda o solución es la suma del potencial de soluto (Ψs) y el potencial de presión (Ψp). Revise la Figura 35.2, TUTORIAL ANIMADO 35.1 • Las células vegetales turgentes tienen un potencial de presión positiva significativo porque la pared celular rígida limita la expansión de la célula. Esta presión positiva (presión de turgencia) mantiene la estructura física de muchas células vegetales; si el potencial de presión cae, la planta se marchita. • El movimiento de una solución debido a una diferencia de potencial de presión entre dos partes de una planta se denomina flujo masivo. • Las acuaporinas son proteínas de canal que facilitan el movimiento de las moléculas de agua a través de las membranas biológicas. • La captación de minerales requiere proteínas de transporte. Algunos minerales entran en la planta de forma pasiva por difusión facilitada; otros entran por transporte activo. Una bomba de protones proporciona energía para el transporte activo de muchos iones minerales a través de las membranas de las plantas. Revise la Figura 35.4 • El agua y los minerales pasan del suelo a la raíz a través del apoplasto y el simplasto, pero deben atravesar el simplasto para cruzar la endodermis y entrar en el xilema. La tira de Casparian en la endodermis bloquea el movimiento de agua y minerales a través del apoplasto. Revise las Figuras 35.5, 35.6, ACTIVIDAD 35.1

35.2 ¿Cómo se transportan el agua y los minerales en el xilema? • Los experimentos demostraron que ni el bombeo de la raíz ni la acción capilar pueden explicar por sí solos el ascenso de la savia del xilema en los árboles. • El transporte de agua en el xilema resulta de los efectos combinados de la transpiración, la cohesión y la tensión, el mecanismo de transpiración-cohesión-tensión. La evaporación de la hoja produce tensión en las células del mesófilo, lo que atrae una columna de agua, que se mantiene unida por cohesión, a través del xilema desde la raíz. Repase la Figura 35.7, TUTORIAL ANIMADO 35.2 • El transporte en el xilema es pasivo. No requiere gasto de energía por parte de la planta.

35.3 ¿Cómo controlan los estomas la pérdida de agua y la captación de CO2? • La cutícula cerosa de la epidermis de las plantas es impermeable tanto al agua como al dióxido de carbono. Los estomas permiten la absorción de dióxido de carbono (cuando están abiertos) mientras minimizan la pérdida de agua por transpiración (cuando están cerrados). • Un par de células protectoras controla el tamaño de la abertura del estoma. Una bomba de protones activada por luz mueve los protones fuera de las células protectoras hacia las paredes de las células epidérmicas circundantes, estableciendo un gradiente electroquímico que impulsa el transporte de iones de potasio hacia las células protectoras. El agua sigue osmóticamente, hinchando las células protectoras y abriendo los estomas. Revise la figura 35.9 • Cuando se ven amenazadas por la deshidratación, las células del mesófilo liberan ácido abscísico, lo que hace que las células protectoras cierren los estomas, incluso a la luz.

35.4 ¿Cómo se translocan las sustancias en el floema? • Los productos de la fotosíntesis, así como algunos minerales, se translocan a través de los tubos cribosos en el floema por medio de elementos vivos del tubo criboso. Revise la figura 35.10 • La translocación en el floema puede proceder en ambas direcciones en el tallo. La translocación requiere un suministro de ATP. • La translocación en el floema se explica por el modelo de flujo de presión: la diferencia en la concentración de soluto entre las fuentes y los sumideros crea una diferencia en el potencial de presión (positivo) a lo largo de los

tubos cribosos, lo que da como resultado un flujo masivo. Revise la Figura 35.11, la Tabla 35.1, el TUTORIAL ANIMADO 35.3

CAPÍTULO 36 Nutrición de las plantas

36.1 ¿Qué nutrientes necesitan las plantas? • Las plantas son autótrofas fotosintéticas que pueden producir todas sus moléculas orgánicas a partir de dióxido de carbono, agua y minerales, incluida una fuente de nitrógeno. • Los nutrientes minerales se obtienen de la solución del suelo. • Las plantas requieren 14 elementos esenciales, 6 de los cuales son macronutrientes y 8 de los cuales son micronutrientes. Los síntomas de deficiencia sugieren qué elemento esencial le falta a una planta. Revise la Tabla 36.1, Figura 36.1, TUTORIAL ANIMADO 36.1 • Los elementos esenciales se descubrieron cultivando plantas hidropónicamente, es decir, en soluciones que carecían de elementos individuales. Repase la Figura 36.2

36.2 ¿Cómo adquieren los nutrientes las plantas? • El crecimiento de las raíces permite que las plantas, que son sésiles, busquen recursos minerales. • Las plantas pueden regular la absorción de nutrientes aumentando el número o la actividad de las proteínas de transporte activo en las células epidérmicas de la raíz. Repase la figura 36.3

36.3 ¿Cómo afecta la estructura del suelo a las plantas? • Los suelos contienen agua, aire y sustancias inorgánicas y orgánicas. Los suelos tienen componentes vivos (bióticos) y no vivos (abióticos). Repase la Figura 36.4 • Un suelo típicamente consta de dos o tres zonas horizontales llamadas horizontes. La capa superficial del suelo forma el horizonte superior o A. La capa superior del suelo tiende a perder nutrientes minerales a través de la lixiviación. Las margas son excelentes suelos agrícolas, con un buen equilibrio de arena, limo, arcilla y materia orgánica. Repase la Figura 36.5 • Los suelos se forman por meteorización mecánica y química de las rocas. La meteorización química imparte nutrientes minerales a las partículas de arcilla. La basura vegetal y otras materias orgánicas se descomponen para formar humus. Las plantas obtienen algunos nutrientes minerales a través del intercambio catiónico entre la solución del suelo y la superficie de las partículas de arcilla. Revise la Figura 36.6 • Los agricultores usan fertilizantes para compensar las deficiencias en el contenido de nutrientes minerales del suelo.

36.4 ¿Cómo aumentan los hongos y las bacterias la absorción de nutrientes por las raíces de las plantas? • Las micorrizas son asociaciones simbióticas de raíces y hongos que aumentan en gran medida la absorción de agua y minerales, especialmente fósforo, por parte de la planta. Ocurren en más del 90 por ciento de las especies de plantas terrestres. • Los arbúsculos son los sitios de intercambio de nutrientes entre el hongo y la planta. Revise la Figura 36.7 • En las primeras etapas de la formación de micorrizas, las hifas de los hongos arbusculares crecen hacia las estrigolactonas, compuestos que producen las raíces de las plantas. • Algunos fijadores de nitrógeno viven libres en el suelo o el agua; otros viven en simbiosis como bacteroides dentro de las raíces de las plantas. La formación de un nódulo radicular requiere la interacción entre el sistema radicular de una leguminosa y los rizobios. Revise la Figura 36.7 • Varios pasos en la formación de nódulos y arbúsculos de la raíz son similares y probablemente involucran algunos de los mismos genes de la planta. Revise la Figura 36.8 • En la fijación de nitrógeno, el gas nitrógeno (N_2) se reduce a amoníaco (NH_3) o iones de amonio (NH_4^+) en una reacción catalizada por la nitrogenasa. Repase la Figura 36.9 • Las plantas y las bacterias interactúan en el ciclo global del nitrógeno, que involucra una serie de reducciones y oxidaciones de moléculas que contienen nitrógeno. Repase la Figura 36.10, ACTIVIDAD 36.1

36.5 ¿Cómo obtienen una dieta balanceada las plantas carnívoras y parásitas? • Las plantas carnívoras son autótrofas que complementan un bajo suministro de nitrógeno al alimentarse de insectos u otros animales pequeños. • Las plantas parásitas recurren a otras plantas para satisfacer sus necesidades, que pueden incluir minerales, agua o los productos de la fotosíntesis. • Los hemiparásitos, como los muérdagos, aún pueden realizar la fotosíntesis. Los holoparásitos no pueden funcionar como autótrofos porque han perdido los genes del cloroplasto que codifican los componentes del aparato fotosintético (que ya no necesitan). • Una estrigolactona, un compuesto en la misma categoría de compuestos que las plantas usan para atraer hongos micorrízicos, también induce la germinación de algunas plantas parásitas, incluida la Striga. Los científicos plantean la hipótesis de que un mecanismo evolucionó en los ancestros de la Striga moderna para reconocer un compuesto que ya producían las plantas para atraer hongos arbusculares

CAPÍTULO 37 Regulación del crecimiento de las plantas

37.1 ¿Cómo procede el desarrollo de las plantas? • Como organismos sésiles, las plantas maximizan su capacidad de crecimiento mediante el uso de meristemas, la formación de nuevos órganos y el crecimiento durante toda la vida. • El medio ambiente, los fotorreceptores, las hormonas y el genoma de la planta regulan el desarrollo de la planta. • La latencia de las semillas, que tiene ventajas adaptativas, se mantiene mediante una variedad de mecanismos. En la naturaleza, la latencia se interrumpe, por ejemplo, por la abrasión, el fuego, la lixiviación y las bajas temperaturas. Cuando termina la latencia y la semilla absorbe agua, germina y se convierte en una plántula. Repase la Figura 37.1, ACTIVIDADES 37.1, 37.2 • Las hormonas vegetales difieren en estructura y fisiología de las hormonas animales. Revise la Tabla 37.1 • Las plantas tienen varias hormonas, cada una de las cuales regula múltiples aspectos del desarrollo. Las interacciones entre estas hormonas suelen ser complejas. Revise la Tabla 37.2 • Las pantallas genéticas que utilizan el organismo modelo Arabidopsis thaliana han contribuido en gran medida a nuestra comprensión de la señalización en las plantas. Revise la figura 37.2

37.2 ¿Qué hacen las giberelinas y las auxinas? • Tanto las giberelinas como las auxinas pueden inducir el crecimiento en plantas que de otro modo estarían genéticamente destinadas a ser enanas. Revise la Figura 37.3 • Las giberelinas tienen muchos efectos que varían entre diferentes plantas, incluyendo el alargamiento celular, la maduración de la fruta y la movilización de polímeros de almacenamiento de semillas. Repase las Figuras 37.3–37.5, ACTIVIDAD 37.3 • La auxina se descubrió en el contexto del crecimiento del tallo y el coleoptilo, en particular el fototropismo. En el brote, se produce en la punta de crecimiento y se transporta hacia abajo para estimular el alargamiento celular. Revise las Figuras 37.6, 37.7, TUTORIALES ANIMADOS 37.1, 37.2 • Según la hipótesis del crecimiento ácido, la auxina estimula el alargamiento celular a través de la liberación de protones en la pared celular (acidificación de la pared celular). Repase la Figura 37.10, TUTORIAL ANIMADO 37.3 • Tanto las auxinas como las giberelinas actúan mediante la descomposición de los represores transcripcionales.

37.3 ¿Cuáles son los efectos de las citoquininas, el etileno y los brasinoesteroides? • Las citoquininas son derivados de la adenina que promueven la división celular de las plantas, promueven la germinación de semillas en algunas especies, inhiben el alargamiento del tallo, promueven la hinchazón lateral de tallos y raíces, estimulan el crecimiento de las yemas axilares, promueven la expansión del tejido foliar y retrasan la senescencia de las hojas. • Un equilibrio entre la auxina y el etileno controla la abscisión de las hojas. El etileno favorece la senescencia y la maduración de los frutos. Provoca indirectamente la formación de un gancho apical protector en

plántulas de eudicot. En tallos, inhibe la elongación, promueve la hinchazón lateral y provoca una pérdida de sensibilidad gravitrópica. • El etileno actúa sobre las células mediante una vía de proteína quinasa ubicada en el retículo endoplásmico. Revise la figura 37.14 • Docenas de brasinoesteroides diferentes afectan el alargamiento de las células, el alargamiento del tubo polínico, la diferenciación del tejido vascular y el alargamiento de la raíz. Estos esteroides actúan en un receptor de membrana plasmática.

37.4 ¿Cómo participan los fotorreceptores en la regulación del crecimiento de las plantas? • Las fototropinas son fotorreceptores de luz azul para el fototropismo y los movimientos de los cloroplastos. La zeaxantina actúa junto con las fototropinas para mediar en la apertura de los estomas inducida por la luz. Los criptocromos son fotorreceptores de luz azul que controlan el desarrollo de las plántulas, el alargamiento del tallo y la iniciación floral. • El fitocromo existe en el citosol en dos formas interconvertibles, Pr y Pfr. Las cantidades relativas de estas dos formas son una función de la proporción de luz roja a luz roja lejana. El fitocromo afecta el crecimiento, la floración y la etiolación de las plántulas. Revise la figura 37.16 • La vía de transducción de señales del fitocromo afecta la transcripción de dos maneras diferentes; la forma Pfr interactúa directamente con algunos factores de transcripción e influye indirectamente en la transcripción a través de interacciones con proteínas quinasas. Repase la figura 37.18 • Los ritmos circadianos son actividades que ocurren en un ciclo de casi 24 horas. La luz puede arrastrar estas actividades a través de fotorreceptores como el fitocromo

CAPÍTULO 38 Reproducción en plantas con flores

38.1 ¿Cómo se reproducen sexualmente las angiospermas? • La reproducción sexual promueve la diversidad genética en una población. La flor es la estructura de una angiosperma para la reproducción sexual. • Las plantas con flores tienen gametofitos microscópicos. El megagametofito es el saco embrionario, que normalmente contiene ocho núcleos en un total de siete células. El microgametofito es el grano de polen, que normalmente contiene dos células. Repase la Figura 38.2, ACTIVIDAD 38.1 • Después de la polinización, el grano de polen lleva los espermatozoides al saco embrionario por medio de un tubo polínico. Repaso TUTORIAL ANIMADO 38.1 • Las plantas tienen métodos tanto físicos como genéticos para prevenir la endogamia. La separación física de los gametofitos y la autoincompatibilidad genética impiden la autopolinización. Repase la figura 38.5 • La mayoría de las angiospermas exhiben doble fertilización: un espermatozoide fertiliza el óvulo, formando un cigoto, y el otro espermatozoide fertiliza la célula central, donde su núcleo se une con los dos núcleos polares para formar un endospermo triploide. Repase la Figura 38.6 • Los óvulos se desarrollan en semillas, y la pared del ovario y las semillas encerradas se desarrollan en una fruta. • La hormona ácido abscísico promueve el desarrollo y la latencia de las semillas.

38.2 ¿Qué determina la transición del estado vegetativo al de floración? • En plantas anuales y bienales, la floración y formación de semillas por lo general conduce a la muerte del resto de la planta. Las plantas perennes viven mucho tiempo y normalmente se reproducen repetidamente. • Para que una planta en crecimiento vegetativo florezca, un meristemo apical en el sistema de brotes debe convertirse en un meristemo de inflorescencia, que a su vez debe dar lugar a uno o más meristemos florales. Estos eventos están bajo la influencia de genes de identidad de meristemos y genes de identidad de órganos florales. Repase la Figura 38.8

• Algunas plantas florecen en respuesta al fotoperíodo. Las plantas de día corto florecen cuando las noches son más largas que una noche crítica específica para cada especie; las plantas de día largo florecen cuando las noches son más cortas que una noche crítica. Revise la Figura 38.11 • El

mecanismo de control fotoperiódico involucra fitocromos y un reloj biológico. Revise la Figura 38.12, TUTORIAL ANIMADO 38.2 • Una señal de floración, llamada florigen, se forma en una hoja fotoinducida periódicamente y se traslada a los sitios donde se formarán las flores. Revise las Figuras 38.13, 38.14 • En algunas especies de angiospermas, la exposición a bajas temperaturas (vernalización) es necesaria para la floración; en otros, las señales internas (una de las cuales es la giberelina en algunas plantas) inducen la floración. Revise las figuras 38.15, 38.16

38.3 ¿Cómo se reproducen asexualmente las angiospermas? • La reproducción asexual permite una rápida multiplicación de organismos que se adaptan bien a su entorno. • La reproducción vegetativa implica la modificación de un órgano vegetativo, generalmente el tallo, para la reproducción. Revise la Figura 38.17 • Los horticultores a menudo injertan diferentes plantas juntas para aprovechar las propiedades favorables tanto del material como del vástago. Revise la figura 38.18

CAPÍTULO 39 Respuestas de las plantas a los desafíos ambientales

39.1 ¿Cómo se enfrentan las plantas a los patógenos? • Las plantas y los patógenos han evolucionado juntos en una “carrera armamentista” continua: los patógenos han desarrollado mecanismos para atacar a las plantas, y las plantas han desarrollado mecanismos para defenderse contra esos ataques. • Las defensas constitutivas incluyen la capacidad de las plantas para fortalecer sus paredes celulares y bloquear los plasmodesmos cuando son atacados, lo que limita la capacidad de los patógenos virales para moverse de una célula a otra. • Las defensas inducidas son desencadenadas por una amplia gama de elicitores moleculares y se dividen en dos categorías principales: inmunidad general e inmunidad específica. Revise la Figura 39.2, TUTORIAL ANIMADO 39.1 • El concepto de gen por gen depende de la coincidencia entre los genes de resistencia (R) de una planta y los genes de avirulencia (Avr) de un patógeno. Revise la figura 39.3 • En la respuesta hipersensible a la infección por bacterias u hongos, las células producen dos tipos de moléculas defensivas: fitoalexinas y proteínas relacionadas con la patogénesis (PR). Algunas células alrededor del área infectada mueren, sellando los patógenos y el daño que han causado. • La respuesta de hipersensibilidad suele ir seguida de una resistencia sistémica adquirida, en la que el ácido salicílico activa la síntesis adicional de compuestos defensivos. • Las plantas usan la interferencia de ARN para desarrollar inmunidad específica a los virus de ARN invasores.

39.2 ¿Cómo tratan las plantas a los herbívoros? • Algunas plantas producen metabolitos secundarios como defensas contra los herbívoros. Revise la tabla 39.1, la figura 39.6 • Las hormonas, incluidos los jasmonatos, participan en las vías de transducción de señales que conducen a la producción de compuestos defensivos. Revise la figura 39.7 • Las plantas se protegen contra sus propios químicos defensivos tóxicos aislándolos en compartimentos especializados, produciéndolos solo después de que la planta ya haya sido dañada, o modificando enzimas o receptores que no se ven afectados por la sustancia tóxica.

39.3 ¿Cómo lidian las plantas con el estrés ambiental? • Las plantas hacen frente al estrés ambiental por adaptación (resistencia codificada genéticamente) o aclimatación (mayor tolerancia) Revise la Tabla 39.2 • Las xerófitas son plantas que se adaptan a ambientes secos

• Algunas adaptaciones xerófitas son estructurales, incluyendo cutículas engrosadas, tricomas especializados, criptas estomáticas, suculencia , y largas raíces primarias. • Algunas plantas acumulan solutos, lo que reduce su potencial hídrico para que puedan tolerar la sequía. • Las adaptaciones a hábitats saturados de agua incluyen neumatóforos, extensiones de raíces que permiten la absorción de oxígeno del aire y aerénquima, tejido en el que el oxígeno puede almacenarse y estar listo para su

difusión por toda la planta. • Una vía de señalización que involucra al ácido abscísico inicia la respuesta de una planta al estrés por sequía. Revise las Figuras 39.14, 39.15 • Las membranas y las proteínas pueden dañarse con temperaturas extremadamente altas o bajas. Las plantas responden a temperaturas extremas produciendo proteínas de choque térmico. • Algunas plantas se endurecen en frío, un proceso de aclimatación que incluye cambios en los lípidos de la membrana y la producción de proteínas de choque térmico. • Algunas plantas resisten la congelación al producir proteínas anticongelantes.

39.4 ¿Cómo tratan las plantas la sal y los metales pesados? • La mayoría de las halófitas acumulan sal. Algunos tienen glándulas de sal que excretan sal a la superficie de la hoja. • Algunas plantas que viven en suelos ricos en metales pesados son hiperacumuladoras que absorben grandes cantidades de esos metales en sus tejidos. • La fitorremediación es el uso de plantas hiperacumuladoras o sus genes para limpiar la contaminación ambiental. Ver la ACTIVIDAD 39.1 para una revisión del concepto de este capítulo.

PARTE NUEVE, ANIMALES: FORMA Y FUNCIÓN

CAPÍTULO 40 Fisiología, homeostasis y regulación de la temperatura

40.1 ¿Cómo satisfacen las necesidades de sus células los animales multicelulares? • Los animales multicelulares satisfacen las necesidades de todas sus células manteniendo un ambiente interno estable. Ese entorno consta de dos compartimentos de líquido extracelular: el líquido intersticial y el plasma sanguíneo. Revise la figura 40.1 • La regulación de los sistemas fisiológicos se realiza principalmente a través de la retroalimentación negativa. Funciones de información feedforward para cambiar puntos de ajuste. Repase la figura 40.2

40.2 ¿Cuáles son las relaciones entre células, tejidos y órganos? • Las células del cuerpo están organizadas en conjuntos llamados tejidos. • Aunque hay muchos tipos de células, sólo hay cuatro tipos de tejidos: tejido epitelial, muscular, conectivo y neural. • Los órganos están formados por tejidos y la mayoría de los órganos contienen los cuatro tipos de tejidos. Los órganos se agrupan en sistemas de órganos. Revise la figura 40.7

40.3 ¿Cómo afecta la temperatura a los sistemas vivos? • La vida sólo es posible dentro de un rango estrecho de temperaturas ambientales. Q10 es una medida de la sensibilidad de un proceso de vida a la temperatura. Un Q10 de 2 significa que la velocidad de reacción de ese proceso se duplica cuando la temperatura aumenta 10°C. Revise la Figura 40.8 • Los animales pueden aclimatarse a los cambios estacionales de temperatura a través de adaptaciones bioquímicas y fisiológicas. Repase la figura 40.9

40.4 ¿Cómo alteran los animales su intercambio de calor con el medio ambiente? • La temperatura corporal de los ectotermos está determinada principalmente por fuentes externas de calor. Los endotermos regulan la temperatura de su cuerpo produciendo calor metabólicamente. Repase la Figura 40.10 • Las cuatro vías de intercambio de calor con el medio ambiente son la radiación, la convección, la conducción y la evaporación. El equilibrio entre la producción de calor y el intercambio de calor se puede expresar como un presupuesto de energía. Revise la figura 40.12 • El control del flujo sanguíneo a la piel es un medio importante de regulación de la temperatura. Las adaptaciones del sistema circulatorio, como el intercambio de calor a contracorriente, pueden conservar el calor metabólico. Revise las Figuras 40.13, 40.14

40.5 ¿Cómo regulan las temperaturas corporales los endotermos? • Dentro de la zona termoneutral, los endotermos en reposo tienen una tasa metabólica basal (TMB) que aumenta con el tamaño del cuerpo. Repase las Figuras 40.16, 40.17, ACTIVIDAD 40.1 • En los mamíferos, el control de la temperatura corporal depende de las órdenes de un centro regulador en el hipotálamo. Este termostato utiliza su propia temperatura como información de retroalimentación negativa y la temperatura de la piel como información de retroalimentación. Revise la Figura 40.20, TUTORIAL ANIMADO 40.1

CAPÍTULO 41 Hormonas animales

41.1 ¿Qué son las hormonas y cómo funcionan? • Las células endocrinas secretan señales químicas que inducen respuestas en otras células que tienen receptores para esas moléculas. En algunos casos, las células endocrinas se agregan en glándulas endocrinas. • Las hormonas son señales endocrinas que son secretadas por una célula, circulan en la sangre y se unen a células diana distantes de la célula secretora. Revise la figura 41.1 • Las hormonas se dividen en tres categorías generales: proteínas y péptidos, esteroides y aminas. Las hormonas peptídicas y proteicas y algunas aminas son solubles en agua; los esteroides y algunas aminas son liposolubles. Repase la Figura 41.2 • Los receptores para las hormonas solubles en agua están ubicados en la superficie celular. Los receptores para la mayoría de las hormonas liposolubles se encuentran dentro de la célula. • Las hormonas pueden causar diferentes respuestas en diferentes células diana. Revise la figura 41.3

41.2 ¿Qué han revelado los experimentos sobre las hormonas y su acción? • Las estructuras químicas de las hormonas están muy conservadas. A través de la evolución, sin embargo, las hormonas adquieren diferentes funciones en diferentes grupos animales. Revise la figura 41.4 • Los primeros experimentos que identificaron a la secretina como una hormona definieron las características de la señalización hormonal. Los experimentos modernos demuestran estas características para identificar moléculas hormonales. Revise la Figura 41.5 • Experimentos pioneros que ilustran la acción hormonal mostraron que dos hormonas, PTTH y ecdisona, controlan la muda en los artrópodos. Una tercera hormona, la hormona juvenil, impide la maduración. Revise las Figuras 41.6, 41.7, TUTORIAL ANIMADO 41.1

41.3 ¿Cómo interactúan los sistemas nervioso y endocrino? • En los seres humanos, las principales glándulas endocrinas se distribuyen por todo el cuerpo. Repase la Figura 41.8, ACTIVIDAD 41.1 • La glándula pituitaria es la interfaz entre los sistemas nervioso y endocrino. La hipófisis anterior se desarrolla a partir del tejido bucal embrionario; la hipófisis posterior se desarrolla a partir del cerebro en desarrollo. Revise las figuras 41.9, 41.10 • La hipófisis posterior secreta dos neurohormonas: la hormona antidiurética (ADH) y la oxitocina. La hipófisis anterior secreta hormonas trópicas (tirotropina, corticotropina, hormona luteinizante y hormona estimulante del folículo), así como hormona del crecimiento, prolactina, endorfinas y encefalinas. • La pituitaria anterior está controlada por neurohormonas producidas por células en el hipotálamo y transportadas a través de los vasos sanguíneos portales a la pituitaria anterior. Ver TUTORIAL ANIMADO 41.2 • La liberación de hormonas está controlada en parte por ciclos de retroalimentación negativa. Revise la figura 41.11

41.4 ¿Cuáles son las principales glándulas endocrinas y hormonas? • La glándula tiroides está controlada por la tirotropina y secreta tiroxina, que controla el metabolismo celular. Repase la figura 41.12 • El nivel de calcio en la sangre está regulado por tres hormonas. La calcitonina de la tiroides reduce el calcio en la sangre al promover la deposición ósea. La hormona paratiroidea (PTH) aumenta el calcio en la sangre al promover el recambio óseo y disminuir la excreción de calcio. El calcitriol

promueve la absorción de calcio en el tracto digestivo. Repase la Figura 41.14, TUTORIAL ANIMADO 41.3 • El páncreas secreta tres hormonas. La insulina estimula la absorción de glucosa por las células y reduce la glucosa en sangre, el glucagón aumenta la glucosa en sangre y la somatostatina reduce la tasa de procesamiento de nutrientes. • La glándula suprarrenal tiene dos porciones, una dentro de la otra. La porción interna, la médula suprarrenal, libera epinefrina y norepinefrina en respuesta al estrés. La porción externa, la corteza suprarrenal, produce tres clases de corticosteroides: glucocorticoides, mineralocorticoides y pequeñas cantidades de esteroides sexuales. Revise la figura 41.15 • La aldosterona es un mineralocorticoide que estimula a los riñones a conservar sodio y excretar potasio. El cortisol es un glucocorticoide que se libera en respuesta a estímulos estresantes pero actúa más lentamente que las hormonas de la médula suprarrenal. • Las hormonas sexuales (andrógenos en los hombres, estrógenos y progesterona en las mujeres) controlan el desarrollo sexual, las características sexuales secundarias y las funciones reproductivas. Repase la Figura 41.17 • La glándula pineal libera melatonina, una hormona involucrada en el control de los ritmos biológicos. Revise la figura 41.18

41.5 ¿Cómo estudiamos los mecanismos de acción de las hormonas? • Las técnicas de inmunoensayo se utilizan para medir las concentraciones de hormonas y otras sustancias. Repase la figura 41.19 • La sensibilidad del cuerpo a una hormona se mide mediante una curva de dosis-respuesta. Revise la figura 41.20 • La sensibilidad de una célula a una hormona puede verse alterada por la regulación a la baja o al alza de los receptores de la hormona en esa célula. Ver la ACTIVIDAD 41.2 para una revisión del concepto de este capítulo

CAPÍTULO 42 Inmunología: Sistemas de defensa animal

42.1 ¿Cuáles son los principales sistemas de defensa de los animales? • Las defensas de los animales contra los patógenos se basan en la capacidad del cuerpo para distinguir entre lo propio y lo ajeno. • Las defensas innatas (no específicas) son mecanismos heredados que protegen al cuerpo de muchos tipos de patógenos. Suelen actuar con rapidez. • Las defensas adaptativas (específicas) responden a patógenos específicos. Se desarrollan más lentamente que las defensas innatas pero son de larga duración. • Muchas defensas son implementadas por células y proteínas transportadas en el plasma sanguíneo y la linfa. Revise la Figura 42.1, ACTIVIDAD 42.1 • Los glóbulos blancos se dividen en dos grandes grupos. Los fagocitos engullen a los patógenos por fagocitosis. Los linfocitos, que incluyen células B y células T, participan en respuestas adaptativas. Revise la figura 42.2, TUTORIAL ANIMADO 42.1

42.2 ¿Cuáles son las características de las defensas innatas? • Las defensas innatas de un animal incluyen barreras físicas como la piel y microorganismos residentes que compiten entre sí, conocidos como flora normal. Repase la Figura 42.3 • El sistema del complemento consta de más de 20 proteínas antimicrobianas diferentes que actúan para alterar la permeabilidad de la membrana y destruir las células objetivo. • Las células defensivas circulantes, como los fagocitos y las células asesinas naturales, eliminan a los invasores. • Una vía de señalización celular que involucra al receptor tipo toll estimula las defensas del cuerpo. Revise la figura 42.4 • La inflamación implica la activación de varios tipos de células y proteínas que actúan contra los patógenos invasores. Los mastocitos liberan histaminas, que hacen que los vasos sanguíneos se dilaten y tengan “fugas”. Revise la Figura 42.5, ACTIVIDAD 42.2

42.3 ¿Cómo se desarrolla la inmunidad adaptativa? • La respuesta inmunitaria adaptativa reconoce antígenos específicos, responde a una enorme diversidad de determinantes antigénicos, distingue lo propio de lo ajeno y recuerda los antígenos que ha encontrado. Repaso TUTORIAL ANIMADO 42.2 •

Cada anticuerpo y cada célula T es específico para un solo determinante antigénico. Los receptores de células T se unen a antígenos en las superficies de células infectadas por virus y células anormales. • La respuesta inmunitaria humoral se dirige contra los patógenos en la sangre, la linfa y los fluidos tisulares. La respuesta inmunitaria celular se dirige contra un antígeno establecido dentro de una célula huésped. Ambas respuestas están mediadas por fragmentos antigénicos que se presentan en la superficie celular junto con las proteínas del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC). Revise la Figura 42.7 • La selección clonal explica la especificidad y diversidad de la respuesta inmune y la memoria inmunológica. Revise la figura 42.8 • Un linfocito B o T activado produce células efectoras que atacan al antígeno y células de memoria que son longevas y rara vez se dividen. Las células B efectoras se denominan células plasmáticas y secretan anticuerpos específicos. • La vacunación es la inoculación con patógenos o antígenos modificados que provocan una respuesta inmune pero no son patógenos. Revise la figura 42.9

42.4 ¿Qué es la respuesta inmunitaria humoral? Ver TUTORIAL ANIMADO 42.3 • Las células B son la base de la respuesta inmune humoral. Las células B vírgenes se activan mediante la unión del antígeno y la estimulación de las células TH con la misma especificidad, y luego forman células plasmáticas. Estas células sintetizan y secretan anticuerpos específicos. • Un anticuerpo es una inmunoglobulina, un tetrámero de cuatro polipéptidos: dos cadenas ligeras idénticas y dos cadenas pesadas idénticas, cada una de las cuales consta de una región constante y una región variable. Repase la Figura 42.10, ACTIVIDAD 42.3 • Las regiones variables determinan la especificidad de una inmunoglobulina, y las regiones constantes de la cadena pesada determinan su clase. Hay cinco clases de inmunoglobulinas con diferentes ubicaciones y funciones en el cuerpo. Revise la tabla 42.2 • Los genomas de las células B se someten a una recombinación aleatoria de genes que codifican regiones de las cadenas polipeptídicas de inmunoglobulina para que cada célula pueda producir una proteína de anticuerpo específica. Las cadenas de inmunoglobulina derivan de "supergenes" que se construyen a partir de diferentes combinaciones de genes V, D, J y C. Este reordenamiento y unión del ADN produce millones de cadenas de inmunoglobulina diferentes. Revise las Figuras 42.11, 42.12, TUTORIAL ANIMADO 42.4 • Una vez que una célula B se convierte en una célula plasmática, puede sufrir un cambio de clase, en el que la eliminación de uno o más genes de la región constante da como resultado la producción de una inmunoglobulina con una región constante diferente y una función diferente. Revise la Figura 42.13 • Un anticuerpo monoclonal se puede utilizar en el diagnóstico y la terapia.

42.5 ¿Qué es la respuesta inmunitaria celular? Ver TUTORIAL ANIMADO 42.5 • Las células T son los efectores de la respuesta inmune celular. Los receptores de células T tienen una estructura algo similar a las inmunoglobulinas y tienen regiones variables y constantes. Revise la figura 42.14 • Hay tres tipos de células T. Las células T citotóxicas (células TC) reconocen y matan células infectadas por virus o células mutadas. Las células T auxiliares (células TH) dirigen las respuestas inmunitarias tanto celular como humoral. Las células T reguladoras (Tregs) inhiben a las otras células T para que no generen una respuesta inmunitaria a los antígenos propios. • Los genes del complejo principal de histocompatibilidad (MHC) codifican proteínas de membrana que se unen a fragmentos antigénicos y los presentan a las células T. Revise las figuras 42.15, 42.16 • Los trasplantes de órganos se rechazan cuando el sistema inmunitario del huésped reconoce las proteínas MHC del tejido trasplantado como no propias e inicia una defensa inmunitaria que ataca el tejido extraño.

42.6 ¿Qué sucede cuando el sistema inmunitario falla? • Una reacción alérgica es una respuesta inmune inapropiada causada por hipersensibilidad inmediata o hipersensibilidad retardada a ciertos antígenos. Revise la figura 42.18 • Las enfermedades autoinmunes se producen cuando el sistema inmunitario produce células B y T que atacan a los antígenos propios. • Los trastornos de inmunodeficiencia resultan de la falla de una u otra parte del sistema inmunológico. El síndrome de

inmunodeficiencia adquirida (SIDA) es un trastorno que surge del agotamiento de las células TH como resultado de la infección con el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). Repase la figura 42.19

CAPÍTULO 43 Reproducción animal

43.1 ¿Cómo se reproducen los animales sin sexo? • La reproducción asexual produce descendencia que es genéticamente idéntica a su progenitor y entre sí; no produce diversidad genética. • Los medios de reproducción asexual incluyen la brotación, la regeneración y la partenogénesis. Repase las Figuras 43.1, 43.2

43.2 ¿Cómo se reproducen sexualmente los animales? • La reproducción sexual involucra tres pasos básicos: gametogénesis, desove o apareamiento y fertilización. • La gametogénesis y la fertilización son similares en todos los animales, pero el desove y el apareamiento incluyen una gran variedad de adaptaciones anatómicas, fisiológicas y de comportamiento. • La gametogénesis se produce en los testículos y los ovarios. En la espermatogénesis (la producción de espermatozoides) y la ovogénesis (la producción de óvulos), las células germinales proliferan mitóticamente, experimentan meiosis y maduran hasta convertirse en gametos. • Cada espermatocito primario puede producir cuatro espermatozoides haploides a través de las dos divisiones de la meiosis. Revise la figura 43.3A. • Los ovocitos primarios entran inmediatamente en la profase de la primera división meiótica y, en muchas especies, incluidos los humanos, su desarrollo se detiene en este punto. Cada oogonio produce un solo huevo. Revise la figura 43.3B • La fecundación implica la activación de los espermatozoides, la unión específica de especies de los espermatozoides al óvulo, la reacción acrosomal, la digestión de un camino a través de las cubiertas protectoras del óvulo y la fusión de las membranas plasmáticas del espermatozoide y el óvulo. La fusión de estas dos membranas desencadena bloqueos de la poliespermia, lo que evita que entre más esperma en el óvulo y, en los mamíferos, le indica al óvulo que complete la meiosis y comience el desarrollo. Repase la Figura 43.4, TUTORIAL ANIMADO 43.1 • La fertilización externa es común en las especies acuáticas. La fecundación interna es necesaria en las especies terrestres y suele implicar la cópula. • Las especies hermafroditas, o monoicas, tienen sistemas reproductivos tanto masculinos como femeninos en el mismo individuo, ya sea secuencial o simultáneamente. Las especies dioicas tienen individuos masculinos y femeninos separados. • Los animales se pueden clasificar en ovíparos o vivíparos, según que las primeras etapas de desarrollo se produzcan fuera o dentro del cuerpo de la madre.

43.3 ¿Cómo funcionan los sistemas reproductivos masculino y femenino humanos? • Los hombres producen semen que consiste en espermatozoides suspendidos en líquido seminal (que nutre los espermatozoides y facilita la fertilización). • Los espermatozoides se generan en los túbulos seminíferos de los testículos, maduran en el epidídimo y llegan a la uretra a través de los conductos deferentes. Otros componentes del semen se producen en las vesículas seminales, la próstata y la glándula bulbouretral. Revise las Figuras 43.8, 43.9, ACTIVIDADES 43.1, 43.2 • Todos los componentes del semen se unen en la uretra en la base del pene y son eyaculados a través del pene erecto por contracciones musculares en la culminación de la cópula. • La espermatogénesis depende de la testosterona secretada por las células de Leydig de los testículos, que están bajo el control de las hormonas producidas en la hipófisis anterior y el hipotálamo. La producción de estas hormonas está controlada por la retroalimentación negativa de la testosterona y de la inhibina, una hormona producida por las células de Sertoli de los testículos. Revise la figura 43.10 • Los óvulos maduran en los ovarios de la mujer y se liberan en los oviductos. Los espermatozoides depositados en la vagina durante la cópula ascienden a través del cuello uterino y el útero hacia los oviductos. La fertilización

ocurre en las regiones superiores de los oviductos. Repase la Figura 43.11, ACTIVIDAD 43.3 • La maduración y liberación de los óvulos constituye un ciclo ovárico. El ciclo uterino prepara el útero para recibir un blastocisto. Si no se implanta un blastocisto, el revestimiento del útero se desprende durante el proceso de la menstruación. Revise la Figura 43.13, TUTORIAL ANIMADO 43.2 • Tanto el ciclo ovárico como el uterino están bajo el control de las hormonas hipotalámicas y pituitarias, que a su vez están bajo el control de retroalimentación de los estrógenos y la progesterona. Revise la figura 43.14 • El parto se inicia por estímulos hormonales y mecánicos que aumentan la contracción del músculo uterino. Revise la figura 43.15

43.4 ¿Cómo se puede controlar la fertilidad? • Los métodos anticonceptivos incluyen la abstención de la cópula y el uso de tecnologías que disminuyen la probabilidad de fecundación. Revise la Tabla 43.1 • Las tecnologías de reproducción asistida (TRA) se han desarrollado para aumentar la fertilidad.

CAPÍTULO 44 Desarrollo animal

44.1 ¿Cómo activa la fertilización el desarrollo? • El espermatozoide y el óvulo contribuyen de forma diferente al cigoto. El espermatozoide aporta un núcleo haploide y, en la mayoría de las especies, un centríolo. El huevo aporta un núcleo haploide, nutrientes, ribosomas, mitocondrias, ARNm y proteínas. • En los anfibios, los contenidos citoplasmáticos del huevo no se distribuyen de manera homogénea y se reorganizan después de la fertilización para establecer los ejes principales del futuro embrión. Las moléculas de nutrientes se encuentran generalmente en el hemisferio vegetal, mientras que el núcleo se encuentra en el hemisferio animal. Revise las Figuras 44.1, 44.2

44.2 ¿Cómo divide la mitosis el embrión temprano? • La escisión es un período de rápida división celular. Excepto en los mamíferos, se produce poca o ninguna expresión génica durante la escisión. La escisión puede ser completa o incompleta, y el patrón de división celular depende de la orientación de los husos mitóticos. El resultado de la escisión es una bola o masa de células llamada blástula. Revise la figura 44.3 • Las divisiones celulares tempranas en los mamíferos son únicas porque son lentas y permiten la expresión génica en las primeras etapas del proceso. Estas divisiones celulares producen un blastocisto compuesto por una masa celular interna que se convierte en el embrión y una masa celular externa que se desarrolla como el trofoblasto. En el momento de la implantación, el trofoblasto secreta moléculas que ayudan al blastocisto a implantarse en la pared uterina. Revise las Figuras 44.4, 44.5 • Se puede crear un mapa de destino al etiquetar blastómeros específicos y observar qué tejidos y órganos forman su progenie. Revise la Figura 44.6 • Algunas especies experimentan un desarrollo en mosaico, en el que el destino de cada célula se determina durante las primeras divisiones. Otras especies, incluidos los vertebrados, experimentan un desarrollo regulador, en el que las células restantes pueden compensar las células perdidas en las primeras escisiones.

44.3 ¿Cómo genera la gastrulación múltiples capas de tejido? • La gastrulación involucra movimientos celulares masivos que producen tres capas germinales y colocan células de varias regiones de la blástula en nuevas asociaciones entre sí. Revise la Figura 44.7, TUTORIAL ANIMADO 44.1 • El paso inicial de la gastrulación de erizos de mar y anfibios es el movimiento hacia adentro de ciertos blastómeros. El sitio del movimiento hacia adentro se convierte en el blastoporo. Las células que se mueven hacia la blástula se convierten en endodermo y mesodermo; las células que quedan en el exterior se convierten en el ectodermo. Los factores citoplasmáticos en las células del polo vegetal son esenciales para iniciar el desarrollo. Revise las Figuras 44.7, 44.8 • El labio dorsal del blastoporo anfibio es un sitio crítico para la determinación de células. Se le ha llamado organizador embrionario primario porque induce determinación en las células que pasan por encima de él durante la gastrulación. Repase las Figuras 44.8, 44.9, 44.10, TUTORIAL ANIMADO 44.2

• La proteína β-catenina activa una cascada de señalización que induce al organizador embrionario primario y establece el eje anteroposterior del cuerpo. Revise las Figuras 44.2, 44.11 • La gastrulación en los reptiles y las aves difiere de la de los erizos de mar y las ranas porque la gran cantidad de yema hace que la blástula forme un disco aplanado de células. Revise la figura 44.13 • Aunque sus huevos no tienen yema, los mamíferos placentarios tienen un patrón de gastrulación similar al de los reptiles y las aves.

44.4 ¿Cómo se desarrollan los órganos y los sistemas de órganos? • A la gastrulación le sigue la organogénesis, el proceso mediante el cual los tejidos interactúan para formar órganos y sistemas de órganos. • En la formación del sistema nervioso de los vertebrados, se determina que un grupo de células que migra sobre el labio del blastoporo se convierte en la notocorda. La notocorda organiza el ectodermo suprayacente para que se espese, forme crestas paralelas y se pliegue sobre sí mismo para formar un tubo neural debajo del ectodermo epidérmico. El sistema nervioso se desarrolla a partir de este tubo neural. Revise la figura 44.14 • La notocorda y las células de la cresta neural participan en la organización segmentaria del mesodermo en estructuras llamadas somitas a lo largo del eje del cuerpo. Durante estas etapas se forman órganos y sistemas de órganos rudimentarios. Repase la figura 44.15 • En los vertebrados, los genes Hox determinan el patrón de diferenciación anteroposterior a lo largo del eje del cuerpo. Otros genes, como Sonic hedgehog, contribuyen a la diferenciación dorsal-ventral. Revise la Figura 44.16

44.5 ¿Cómo se sostiene el embrión en crecimiento? • Los embriones de reptiles, aves y mamíferos están protegidos y nutridos por cuatro membranas extraembrionarias. En aves y reptiles, el saco vitelino rodea la yema y proporciona nutrientes al embrión, el corion recubre la cáscara del huevo y participa en el intercambio de gases, el amnios rodea al embrión y lo encierra en un ambiente acuoso, y el alantoides almacena desechos metabólicos. Repase la Figura 44.17, ACTIVIDAD 44.1 • En los mamíferos, el corion y las células trofoblásticas interactúan con el útero materno para formar una placenta, que proporciona al embrión nutrientes e intercambio de gases. El amnios encierra al embrión en un ambiente acuoso. Repase la figura 44.18

44.6 ¿Cuáles son las etapas del desarrollo humano? • El embarazo humano, o gestación, se puede dividir en tres trimestres. El embrión se forma en el primer trimestre; durante este tiempo, es más vulnerable a los factores ambientales que pueden provocar defectos de nacimiento. Durante el segundo y tercer trimestre, el feto crece, las extremidades se alargan y los sistemas de órganos maduran. • El desarrollo continúa a lo largo de la niñez ya lo largo de la vida.

CAPÍTULO 45 Neuronas, glía y sistemas nerviosos

45.1 ¿Qué células son exclusivas del sistema nervioso? • Las células del sistema nervioso incluyen muchos tipos de neuronas y glía. • Todas las neuronas son excitables, lo que significa que pueden generar y conducir señales eléctricas llamadas potenciales de acción. La glía apoya y modula las actividades de las neuronas pero no genera potenciales de acción. • Una neurona generalmente recibe información a través de sus dendritas, de las cuales puede haber muchas, y transmite información a través de su único axón, que termina en terminales de axón. Repase la Figura 45.1 • Donde las neuronas y sus células diana se encuentran, la información se transmite a través de uniones especializadas llamadas sinapsis. • Glia incluye células de Schwann y oligodendrocitos, los cuales generan hojas de mielina en los axones. La glía también incluye astrocitos, que apoyan metabólicamente a las neuronas, modulan la señalización sináptica y contribuyen a la barrera hematoencefálica. Revise las figuras 45.3, 45.4

45.2 ¿Cómo generan y transmiten las señales eléctricas las neuronas? • Las neuronas tienen una diferencia de carga eléctrica a través de sus membranas plasmáticas, el potencial de membrana. El potencial de membrana es creado por transportadores de iones y canales. Cuando una neurona no dispara potenciales de acción, su potencial de membrana se denomina potencial de reposo. Repase las Figuras 45.5, 45.6, TUTORIAL ANIMADO 45.1 • La bomba de sodio-potasio concentra K+ en el interior de una neurona y Na+ en el exterior. Los canales de fuga de potasio permiten que el K+ se difunda fuera de la neurona, dejando atrás cargas negativas desequilibradas. Revise las Figuras 45.6, 45.7 • La fijación de parches permite el estudio de canales iónicos únicos. Revise la figura 45.8 • El potencial de reposo se perturba cuando los canales iónicos se abren o se cierran, cambiando la permeabilidad de la membrana plasmática a los iones cargados. A través de este mecanismo, la membrana plasmática puede despolarizarse o hiperpolarizarse y, por lo tanto, tener una respuesta potencial de membrana graduada a la entrada. Repase la figura 45.9 • Un potencial de acción resulta de una inversión rápida de la carga a través de una porción de la membrana plasmática como resultado de la apertura y el cierre secuenciales de los canales de Na+ y K+ dependientes de voltaje. Estos cambios en los canales dependientes de voltaje ocurren cuando la membrana plasmática se despolariza a un nivel de umbral. Revise la Figura 45.10, TUTORIAL ANIMADO 45.2 • Los potenciales de acción son eventos de autorregeneración de todo o nada. Se conducen por los axones porque el flujo de corriente local despolariza las regiones adyacentes de la membrana y las lleva al umbral. Revise la figura 45.11 • En los axones mielinizados, los potenciales de acción parecen saltar entre los nodos de Ranvier, áreas de la membrana plasmática axonal que no están cubiertas por mielina. Revise la figura 45.12

45.3 ¿Cómo se comunican las neuronas con otras células? • Las neuronas se comunican entre sí y con otros tipos de células mediante la transmisión de información a través de sinapsis eléctricas o mediante la transmisión de señales moleculares denominadas neurotransmisores a través de sinapsis químicas. • La unión neuromuscular es una sinapsis química bien estudiada entre una neurona motora y una célula del músculo esquelético. Su neurotransmisor es la acetilcolina (ACh), que provoca la despolarización de la membrana postsináptica cuando se une a su receptor en la placa terminal motora. Revise la Figura 45.13, TUTORIAL ANIMADO 45.3 • Cuando un potencial de acción llega a la terminal de un axón, provoca la liberación de neurotransmisores, que se difunden a través de la hendidura sináptica y se unen a los receptores en la membrana postsináptica. Repase las Figuras 45.13, 45.14, TUTORIAL ANIMADO 45.4 • Las sinapsis entre neuronas pueden ser excitatorias o inhibitorias. Una neurona postsináptica integra información sumando potenciales postsinápticos excitatorios e inhibitorios tanto espacial como temporalmente. Revise la figura 45.15 • Los receptores ionotrópicos son canales iónicos o influyen directamente en los canales iónicos. Los receptores metabotrópicos influyen en la célula postsináptica a través de varias vías de transducción de señales y pueden provocar la apertura o el cierre de canales iónicos. Las acciones de las sinapsis ionotrópicas son generalmente más rápidas que las de las sinapsis metabotrópicas. • Hay muchos neurotransmisores diferentes e incluso más tipos de receptores. La acción de un neurotransmisor depende del tipo de receptor al que se une.

Consulte la ACTIVIDAD 45.1 • No se puede permitir que las moléculas de neurotransmisores se acumulen en una sinapsis, pero deben eliminarse para desactivar las respuestas en la célula postsináptica. Esto puede hacerse por degradación enzimática, difusión simple o recaptación del neurotransmisor.

45.4 ¿Cómo se organizan las neuronas y la glía en sistemas de procesamiento de información? • En los vertebrados, el cerebro y la médula espinal forman el sistema nervioso central (SNC), que se comunica con el resto del cuerpo a través del sistema nervioso periférico (SNP). El SNC aumenta en complejidad desde los invertebrados hasta los vertebrados y desde los peces hasta los mamíferos.

Revise las Figuras 45.17, 45.19 • Las redes neuronales incluyen neuronas aferentes y neuronas eferentes, generalmente conectadas a través de interneuronas. • Un reflejo espinal es un ejemplo de una red neuronal simple que integra información y controla una respuesta. Revise la figura 45.18, TUTORIAL ANIMADO 45.5

CAPÍTULO 46 Sistemas sensoriales

46.1 ¿Cómo convierten las células receptoras sensoriales los estímulos en potenciales de acción? • Las células receptoras sensoriales, también conocidas como sensores o receptores, traducen información sobre el entorno externo e interno de un animal en potenciales de acción que el cerebro percibe como diferentes formas de información sensorial. • Los potenciales de los receptores pueden propagarse a regiones de la membrana plasmática de la célula que generan potenciales de acción. Algunos sensores no disparan potenciales de acción, pero liberan neurotransmisores en las neuronas sensoriales que disparan potenciales de acción. Revise la figura 46.1 • Los sensores tienen proteínas receptoras que hacen que los canales iónicos se abran o cierren, afectando el potencial de membrana de la célula receptora. Los receptores metabotrópicos actúan a través de vías de transducción de señales para generar potenciales receptores. Los mecanorreceptores son receptores sensoriales ionotrópicos que abren canales iónicos físicamente a través de fuerzas como la presión o el estiramiento. Revise la figura 46.2 • La interpretación de los potenciales de acción como sensaciones particulares depende de qué neuronas del sistema nervioso central los reciban. • La adaptación permite que el sistema nervioso ignore estímulos irrelevantes o continuos mientras sigue respondiendo a estímulos relevantes o nuevos.

46.2 ¿Cómo detectan los sistemas sensoriales los estímulos químicos? • Los quimiorreceptores son responsables del olfato, el gusto y la detección de feromonas. • Las neuronas receptoras olfatorias de los mamíferos (ORNS) se proyectan directamente al bulbo olfatorio del cerebro. Los ORN para el mismo odorante se proyectan en la misma área del bulbo olfativo. • Cada ORN expresa una proteína receptora que puede unirse a un tipo específico de molécula o ion. La unión hace que un segundo mensajero abra canales iónicos, lo que crea un potencial de acción. Repase la Figura 46.3 • En los vertebrados, las papilas gustativas en la cavidad bucal son responsables de la degustación. Los cinco sabores básicos son dulce, salado, agrio, amargo y umami. Revise la figura 46.5

46.3 ¿Cómo detectan los sistemas sensoriales las fuerzas mecánicas? • La piel contiene una variedad de mecanorreceptores ionotrópicos que responden al tacto y la presión. La densidad de mecanorreceptores en cualquier área de la piel determina la sensibilidad de esa área. Revise la figura 46.6 • Los receptores de estiramiento en los husos musculares y en el órgano tendinoso de Golgi informan al SNC de las posiciones y cargas en las partes del cuerpo. Revise la figura 46.7 • Las células ciliadas son mecanorreceptores de los sistemas auditivo y vestibular. La flexión física de sus estereocilios altera sus proteínas receptoras y, por lo tanto, sus potenciales de membrana. Revise la figura 46.8 • En los sistemas auditivos de los mamíferos, los pabellones auriculares recogen y dirigen las ondas sonoras hacia la membrana timpánica, que vibra en respuesta a las ondas sonoras. Los movimientos de la membrana timpánica se amplifican a través de una cadena de osículos que conducen las vibraciones a la ventana oval. Los movimientos de la ventana oval crean ondas de presión en la cóclea llena de líquido. Repase la Figura 46.9, ACTIVIDAD 46.1 • La membrana basilar que corre por el centro de la cóclea está distorsionada por ondas de presión en lugares específicos que dependen de la frecuencia de la onda. Estas distorsiones hacen que las células ciliadas del órgano de Corti se doblen y liberen neurotransmisores, generando potenciales de acción en el nervio coclear que se transmiten a la corteza auditiva del cerebro. Revise la Figura 46.10, TUTORIAL

ANIMADO 46.1 • Las células ciliadas también son los mecanorreceptores de los órganos de equilibrio en el sistema vestibular de los mamíferos, que incluyen los conductos semicirculares y el sáculo y el utrículo. Revise la figura 46.11, TUTORIAL ANIMADO 46.2

46.4 ¿Cómo detectan la luz los sistemas sensoriales? • La fotosensibilidad depende de la absorción de fotones de luz por moléculas de pigmento visual que consisten en una proteína llamada opsina y un grupo absorbente de luz. La absorción de luz es el primer paso en una cascada de eventos intracelulares que conducen a un cambio en el potencial de membrana de la célula fotorreceptora. Revise la Figura 46.12, TUTORIAL ANIMADO 46.3 • Los sistemas visuales van desde los simples oculares de los platelmintos, que detectan la dirección de una fuente de luz, hasta los ojos compuestos de los artrópodos, que detectan formas y patrones, y los ojos de los vertebrados que forman imágenes. cefalópodos. Revise las figuras 46.13, 46.14 • Los ojos de los vertebrados y los cefalópodos enfocan imágenes detalladas del campo visual en conjuntos densos de fotorreceptores que transducen la imagen visual en señales neurales. Repase las Figuras 46.14, 46.15, ACTIVIDAD 46.2 • Los vertebrados tienen dos tipos de fotorreceptores, bastones y conos. Los bastones son más sensibles a la luz y son responsables de la visión con luz tenue. Las células cónicas son menos sensibles a la luz, pero son responsables de la visión de alta agudeza y del color. • Los fotorreceptores no disparan potenciales de acción. Cuando no son estimulados por la luz, liberan neurotransmisores continuamente. La luz hiperpolariza los bastoncillos y disminuye su liberación de neurotransmisores. Revise las figuras 46.17, 46.18 • La rodopsina es el pigmento visual de los bastones. Los pigmentos visuales de las células cónicas tienen tres componentes de opsina diferentes, lo que les da diferentes sensibilidades espectrales. Repase la figura 46.19 • La retina de los vertebrados consta de capas de neuronas que recubren la parte posterior del ojo. Las células fotorreceptoras que absorben la luz se encuentran en la parte posterior de la retina. Los axones de las células ganglionares se agrupan en el nervio óptico. Entre los fotorreceptores y las células ganglionares hay neuronas que procesan la información de los fotorreceptores. Repase la Figura 46.20, ACTIVIDAD 46.3

CAPÍTULO 47 El sistema nervioso de los mamíferos: estructura y funciones superiores

47.1 ¿Cómo está organizado el sistema nervioso de los mamíferos? • El cerebro y la médula espinal forman el sistema nervioso central (SNC); los nervios craneales y espinales forman el sistema nervioso periférico (SNP). • El sistema nervioso se puede modelar conceptualmente en términos de la dirección del flujo de información y si somos conscientes de la información. El componente aferente lleva información del SNP al SNC, y el componente eferente dirige la información del SNC a las partes periféricas del cuerpo. Repase la Figura 47.1 • El sistema nervioso de los vertebrados se desarrolla a partir de un tubo neural dorsal hueco. El encéfalo se forma a partir de tres protuberancias en el extremo anterior del tubo neural, que se convierten en el rombencéfalo, el mesencéfalo y el prosencéfalo. El cerebro anterior se desarrolla en los hemisferios cerebrales (el telencéfalo o cerebro) y el tálamo y el hipotálamo subyacentes (que juntos componen el diencéfalo). El mesencéfalo y el rombencéfalo se desarrollan en el tronco encefálico y el cerebelo. Repase la Figura 47.2 • La médula espinal comunica información entre el cerebro y el resto del cuerpo. • El sistema de activación reticular es una red compleja que dirige la información entrante a los núcleos del tronco encefálico apropiados que controlan las funciones autónomas y transmite la información al prosencéfalo que da como resultado la sensación consciente. El sistema de activación reticular controla el nivel de excitación del sistema nervioso, incluido el sueño y la vigilia. • El sistema límbico es una parte evolutivamente primitiva del telencéfalo que está involucrado en las emociones, los impulsos fisiológicos (como el hambre y la sed), los instintos y la memoria. Repase la figura 47.3

• Los hemisferios cerebrales son las estructuras dominantes del cerebro humano. Sus superficies son capas de neuronas llamadas corteza cerebral. Los hemisferios cerebrales se pueden dividir en lóbulos temporal, frontal, parietal y occipital. Muchas funciones motoras están localizadas en partes del lóbulo frontal. La información de muchos receptores sensoriales se proyecta a una región del lóbulo parietal. La información visual se proyecta al lóbulo occipital y la información auditiva se proyecta a una región del lóbulo temporal. Repase las Figuras 47.4, 47.5, 47.6, ACTIVIDAD 47.1

47.2 ¿Cómo procesan la información las redes neuronales? • El sistema nervioso autónomo (SNA) consta de vías eferentes que controlan la función fisiológica de los órganos y sistemas de órganos. Sus divisiones simpática y parasimpática se caracterizan por su anatomía, neurotransmisores y efectos sobre los tejidos diana. Revise la figura 47.9 • La red neural de la visión involucra patrones de luz que caen sobre campos receptivos en la retina. Los campos receptivos tienen un centro y un entorno, que tienen efectos opuestos en la activación de las células ganglionares. Revise la Figura 47.10, TUTORIALES ANIMADOS 47.1, 47.2 • La información de las células ganglionares de la retina se comunica a través del nervio óptico al tálamo y luego a la corteza visual. La corteza visual parece ensamblar una imagen del mundo visual analizando los bordes de los patrones de luz. • La visión binocular es posible porque la información de ambos ojos se comunica a las células binoculares de la corteza visual. Estas células interpretan la distancia midiendo la disparidad entre el lugar donde cae el mismo estímulo en las dos retinas. Revise la figura 47.11

47.3 ¿Se pueden entender las funciones superiores en términos celulares? • Los seres humanos tienen un ciclo diario de sueño y vigilia. El sueño se puede dividir en sueño de movimientos oculares rápidos (REM) y sueño no REM. El sueño profundo no REM se conoce como sueño de ondas lentas debido a sus patrones EEG característicos. Revise la figura 47.12 • Las habilidades del lenguaje se localizan principalmente en el hemisferio cerebral izquierdo, un fenómeno conocido como lateralización. Diferentes áreas del hemisferio izquierdo, incluidas el área de Broca, el área de Wernicke y la circunvolución angular, son responsables de diferentes aspectos del lenguaje. Repase las Figuras 47.13, 47.14, ACTIVIDAD 47.2 • Algunos procesos de aprendizaje y memoria se han localizado en áreas específicas del cerebro. Los cambios duraderos en las propiedades sinápticas denominados potenciación a largo plazo (LTP) y depresión a largo plazo (LDP) pueden estar involucrados en el aprendizaje y la memoria. • Los recuerdos complejos pueden obtenerse estimulando pequeñas regiones de la corteza de asociación. El daño al hipocampo puede destruir la capacidad de formar una memoria declarativa a largo plazo, pero no la memoria procedimental. • Se puede crear una sensación del estado fisiológico del cuerpo en la ínsula de la corteza a partir de información aferente visceral. La evolución de esta función integradora en primates superiores y humanos podría ser la base de la experiencia consciente. Ver la ACTIVIDAD 47.3 para una revisión del concepto de este capítulo

CAPÍTULO 48 Sistemas musculoesqueléticos

48.1 ¿Cómo se contraen los músculos? • El músculo esquelético consta de haces de fibras musculares. Cada fibra muscular esquelética es una célula grande que contiene múltiples núcleos. • Los músculos esqueléticos contienen numerosas miofibrillas, que son haces de filamentos de actina y miosina. La disposición superpuesta regular de los filamentos de actina y miosina en los sarcómeros da al músculo esquelético su apariencia estriada. Revise la Figura 48.1, ACTIVIDAD 48.1 • Los cambios en los patrones de bandas de los sarcómeros condujeron al modelo de filamento deslizante de la contracción muscular. Revise la figura 48.2 • El mecanismo molecular de la contracción muscular implica la unión de las cabezas globulares de las moléculas de miosina a la actina. Repase

las Figuras 48.3, 48.6, TUTORIAL ANIMADO 48.1 • Todas las fibras activadas por una sola neurona motora constituyen una unidad motora. Cada terminación nerviosa de la neurona motora forma una sinapsis con la membrana de la célula muscular. Los potenciales de acción se propagan a través de la membrana de la célula muscular y a través de los túbulos T, lo que hace que se libere Ca2+ del retículo sarcoplásmico. Repase la Figura 48.5, ACTIVIDAD 48.2 • El Ca2+ se une a la troponina y cambia su conformación, alejando las hebras de tropomiosina de los sitios de unión de la miosina en el filamento de actina. La fibra muscular continúa contrayéndose hasta que el Ca2+ regresa al retículo sarcoplásmico. Revise la figura 48.6. • Las células del músculo cardíaco son estriadas, uninucleadas, ramificadas y conectadas eléctricamente mediante uniones comunicantes, de modo que los potenciales de acción se propagan rápidamente a través de las láminas del músculo cardíaco y provocan contracciones coordinadas. • El músculo liso proporciona fuerza contráctil para los órganos internos. Las células del músculo liso responden al estiramiento ya los neurotransmisores del sistema nervioso autónomo. Revise la Figura 48.8, TUTORIAL ANIMADO 48.2

48.2 ¿Qué determina el rendimiento muscular? • En el músculo esquelético, un solo potencial de acción provoca una unidad mínima de contracción llamada contracción. Las contracciones que ocurren en rápida sucesión se pueden sumar para lograr una tensión sostenida, conocida como tétanos. Revise la figura 48.10 • Las fibras de contracción lenta facilitan el trabajo aeróbico prolongado; Las fibras de contracción rápida generan fuerzas máximas durante cortos períodos de tiempo. La proporción de fibras de contracción lenta y de contracción rápida en los músculos de un individuo está determinada en gran medida genéticamente. Repase la figura 48.11 • La fuerza que puede producir una fibra muscular depende de su estado inicial de extensión o contracción. Revise la figura 48.12 • El ejercicio anaeróbico estimula el agrandamiento de las fibras musculares a través de la producción de nuevos microfilamentos. El ejercicio aeróbico estimula una mayor capacidad oxidativa de las fibras musculares. • El rendimiento muscular depende de un suministro de ATP. Repase la figura 48.13

48.3 ¿Cómo funcionan juntos los sistemas esqueléticos y los músculos? • Los sistemas esqueléticos brindan soportes contra los cuales los músculos pueden tirar. • Los esqueletos hidrostáticos son cavidades corporales llenas de líquido que los músculos pueden apretar. Revise la figura 48.14 • Los exoesqueletos son superficies exteriores endurecidas a las que se unen los músculos internos. • Los endoesqueletos son sistemas internos de soportes rígidos en forma de barra, placa y tubo, que consisten en hueso y cartílago al que se unen los músculos. Revise la figura 48.15 • Los osteoblastos, que depositan hueso nuevo, y los osteoclastos, que erosionan el hueso, remodelan continuamente el hueso. Revise la figura 48.16 • Los huesos se desarrollan a partir de membranas de tejido conjuntivo (hueso membranoso) o de cartílago (hueso de cartílago) a través de la osificación. Revise la figura 48.17 • El hueso puede ser compacto (sólido y duro) o esponjoso (con numerosos espacios internos). La mayor parte del hueso compacto de los mamíferos está compuesto por sistemas haversianos. Revise la figura 48.18 • Las articulaciones permiten que los músculos impulsen los movimientos en diferentes direcciones. Los músculos y los huesos trabajan juntos alrededor de las articulaciones como sistemas de palancas. Repase las Figuras 48.19, 48.21, ACTIVIDAD 48.3 • Los tendones conectan los músculos a los huesos; Los ligamentos conectan los huesos entre sí. Repase la figura 48.20

CAPÍTULO 49 Intercambio de gases

49.1 ¿Qué factores físicos gobiernan el intercambio de gases respiratorio? • La mayoría de las celdas requieren un suministro constante de O2 y una eliminación continua de CO2. Estos gases

respiratorios se intercambian entre los fluidos corporales de un animal y su entorno por difusión. • La ley de difusión de Fick muestra cómo diversos factores físicos influyen en la velocidad de difusión de los gases. Las adaptaciones para maximizar el intercambio de gases respiratorios influyen en una o más variables de la ley de Fick. • En los animales que respiran agua, el intercambio de gases está limitado por la baja tasa de difusión y la baja cantidad de O2 en el agua. Si la temperatura del agua aumenta, los animales que respiran agua se enfrentan a un doble problema: la cantidad de O2 en el agua disminuye, pero su metabolismo y la cantidad de trabajo requerido para mover el agua sobre las superficies de intercambio de gases aumentan. Repase la Figura 49.2 • En el aire, la presión parcial de oxígeno (PO2) disminuye con la altitud.

49.2 ¿Qué adaptaciones maximizan el intercambio de gases respiratorios? • Las adaptaciones para maximizar el intercambio de gases incluyen aumentar el área de superficie para el intercambio de gases y maximizar los gradientes de presión parciales a través de esas superficies de intercambio ventilando la superficie externa con el medio respiratorio y perfundiendo la superficie interna con sangre. Revise la figura 49.3 • Los insectos distribuyen el aire por todo su cuerpo en un sistema de tráqueas, traqueolas y capilares de aire. Revise la Figura 49.4 • Las branquias de los peces tienen grandes áreas superficiales de intercambio de gases que se ventilan de manera continua y unidireccional con agua. El flujo de sangre a contracorriente ayuda a aumentar la eficiencia del intercambio de gases. Revise las Figuras 49.5, 49.6 • El sistema de intercambio de gases de las aves incluye bolsas de aire que se comunican con los pulmones pero que no se usan para el intercambio de gases. El aire fluye unidireccionalmente a través de los pulmones de las aves; los gases se intercambian en los capilares de aire que discurren entre los parabronquios. Revise la Figura 49.7 • Cada bocanada de aire permanece en el sistema respiratorio de un ave durante dos ciclos de respiración. Los sacos de aire funcionan como fuelles para suministrar a los capilares de aire un flujo unidireccional continuo de aire fresco. Repase la Figura 49.8, TUTORIAL ANIMADO 49.1 • En todos los vertebrados que respiran aire, excepto las aves, la respiración es corriente. Esta es una forma menos eficiente de intercambio de gases que la de los peces y las aves. Aunque el volumen de aire intercambiado con cada respiración puede variar considerablemente en la respiración corriente, el aire inhalado siempre se mezcla con aire viciado. Repase la figura 49.9

49.3 ¿Cómo funcionan los pulmones humanos? • En los pulmones de los mamíferos, el área de superficie de intercambio de gases proporcionada por los millones de alvéolos es enorme, y la longitud del trayecto de difusión entre el aire y la sangre que perfunde es corta. La tensión superficial en los alvéolos dificultaría el inflado de los pulmones si los alvéolos no produjeran surfactante. Repase la Figura 49.10, ACTIVIDAD 49.1 • La inhalación se produce cuando las contracciones del diafragma aumentan el volumen y reducen la presión en la cavidad torácica, tirando así de las membranas pleurales. La relajación del diafragma aumenta la presión en la cavidad torácica y da como resultado la exhalación. Revise la Figura 49.11, TUTORIAL ANIMADO 49.2 • Durante los períodos de gran demanda metabólica, como el ejercicio extenuante, los músculos intercostales, ubicados entre las costillas, aumentan el volumen de aire inhalado y exhalado.

49.4 ¿Cómo transporta la sangre los gases respiratorios? • El O2 se une reversiblemente a la hemoglobina en los glóbulos rojos. Cada molécula de hemoglobina puede transportar un máximo de cuatro moléculas de O2. Debido a la cooperatividad positiva, la afinidad de la hemoglobina por el O2 depende de la PO2 a la que está expuesta la hemoglobina. Por lo tanto, la hemoglobina capta O2 a medida que fluye a través de las estructuras de intercambio respiratorio y cede O2 en los tejidos metabólicamente activos. Revise la Figura 49.12, TUTORIAL ANIMADO 49.3 • La mioglobina sirve como reserva de O2 en el músculo. • Hay más de un tipo de hemoglobina. La hemoglobina fetal tiene una mayor afinidad por el O2 que la hemoglobina adulta, lo que permite que la sangre fetal absorba el O2 de la sangre materna en la placenta. Repase la Figura 49.13, ACTIVIDAD 49.2 • El CO2

se transporta en la sangre principalmente como iones de bicarbonato (HCO_3^-). Repase la figura 49.14

49.5 ¿Cómo se regula la respiración? • El ritmo respiratorio básico es una función involuntaria generada por las neuronas en la médula y modulada por los centros cerebrales superiores. El estímulo de retroalimentación más importante para la respiración es el nivel de CO_2 en la sangre. Revise las figuras 49.16, 49.17 • El ritmo respiratorio es sensible a la retroalimentación de los quimiorreceptores en la superficie ventral del bulbo raquídeo y en los cuerpos carotídeo y aórtico en los grandes vasos que salen del corazón. Revise la Figura 49.18 Consulte la ACTIVIDAD 49.3 para ver una revisión de conceptos de este capítulo

CAPÍTULO 50 Sistemas circulatorios

50.1 ¿Por qué los animales necesitan un sistema circulatorio? • Las necesidades metabólicas de las células de muchos animales pequeños se satisfacen mediante el intercambio directo de materiales con el medio externo. Las necesidades metabólicas de las células de los animales más grandes se satisfacen mediante un sistema circulatorio que transporta nutrientes, gases respiratorios y desechos metabólicos por todo el cuerpo. • En los sistemas circulatorios abiertos, el líquido extracelular sale de los vasos y se filtra a través de los tejidos. En los sistemas circulatorios cerrados, la sangre está contenida en un sistema de vasos. Los sistemas circulatorios cerrados tienen la capacidad de dirigir selectivamente sangre, hormonas y nutrientes a tejidos específicos. Revise la figura 50.1

50.2 ¿Cómo han evolucionado los sistemas circulatorios de los vertebrados? • El sistema circulatorio de los vertebrados consiste en un corazón y un sistema cerrado de vasos que contienen sangre que está separada del líquido intersticial. Las arterias y las arteriolas transportan sangre desde el corazón; los capilares son el lugar de intercambio entre la sangre y el líquido intersticial; Las vénulas y las venas llevan la sangre de vuelta al corazón. • El sistema circulatorio de los vertebrados evolucionó de un solo circuito en los peces a circuitos pulmonar y sistémico parcial o completamente separados en anfibios, reptiles y mamíferos. • En el sistema de circuito único de los peces, el flujo sanguíneo es unidireccional y es impulsado por válvulas unidireccionales entre el seno venoso y la aurícula, entre la aurícula y el ventrículo, y entre el ventrículo y el bulbo arterioso. • En aves y mamíferos, la sangre circula a través de dos circuitos completamente separados. El circuito pulmonar transporta sangre entre el corazón y los pulmones, y el circuito sistémico transporta sangre rica en oxígeno entre el corazón y los tejidos. Ver ACTIVIDAD 50.1

50.3 ¿Cómo funciona el corazón de los mamíferos? • El corazón de los mamíferos tiene cuatro cámaras. Las válvulas en el corazón evitan el reflujo de sangre. Revise la Figura 50.2, ACTIVIDAD 50.2 • El ciclo cardíaco tiene dos fases: sístole, en la que los ventrículos se contraen, y diástole, en la que los ventrículos se relajan. Los sonidos cardíacos secuenciales ("lub-dup") son producidos por el cierre de las válvulas cardíacas. Revise la Figura 50.3, TUTORIAL ANIMADO 50.1 • La presión arterial se puede medir con un esfigmomanómetro y un estetoscopio. Revise la Figura 50.4 • Las células marcapasos del nódulo sinoauricular establecen la frecuencia cardíaca como resultado de las propiedades de sus canales iónicos. El sistema nervioso autónomo controla la frecuencia cardíaca: la actividad simpática aumenta la frecuencia cardíaca y la actividad parasimpática la disminuye al alterar la tasa de despolarización de los potenciales de membrana en reposo de las células marcapasos después de la terminación de la sístole. Revise las figuras 50.5, 50.6 • El nódulo sinoauricular controla el ciclo cardíaco al iniciar una onda de despolarización en las aurículas, que se conduce a los ventrículos a través de un sistema que consiste en el nódulo auriculoventricular, el haz de His y las fibras de Purkinje. Revise la figura 50.7 • La contracción sostenida de las células

musculares ventriculares se debe a los potenciales de acción de larga duración generados por los canales de Na+ y Ca2+ dependientes de voltaje. Revise las Figuras 50.8, Figura 50.9 • Un electrocardiograma (ECG o EKG) registra eventos eléctricos asociados con la contracción y relajación de los músculos cardíacos. Repase la figura 50.10

50.4 ¿Cuáles son las propiedades de la sangre y los vasos sanguíneos? • La sangre consta de una porción de plasma (agua, sales y proteínas) y una porción celular (eritrocitos o glóbulos rojos, plaquetas y glóbulos blancos). Todos los componentes celulares se producen a partir de células madre en la médula ósea. Revise la Figura 50.11 • Los eritrocitos transportan oxígeno. Su producción en la médula ósea es estimulada por la eritropoyetina, que se produce en respuesta a la hipoxia (niveles bajos de oxígeno) en los tejidos. • Las plaquetas, junto con las proteínas circulantes, participan en la coagulación de la sangre, lo que da como resultado una red de hilos de fibrina que ayudan a sellar los vasos dañados. Revise la figura 50.12 • Las abundantes células del músculo liso permiten que los vasos cambien su diámetro, alterando su resistencia y, por lo tanto, el flujo sanguíneo. Las arterias tienen fibras elásticas que les permiten soportar altas presiones. Repase la Figura 50.13, ACTIVIDAD 50.3 • Los lechos capilares son el sitio de intercambio de materiales entre la sangre y el líquido tisular. • Las fuerzas de Starling sugieren que el volumen de sangre se mantiene en los lechos capilares mediante un intercambio de fluidos impulsado tanto por la presión arterial como por la presión osmótica. Revise la Figura 50.15

• La acumulación de líquido en los espacios extracelulares provoca edema. Los iones de bicarbonato en el plasma sanguíneo contribuyen a las fuerzas osmóticas que atraen el agua hacia los capilares. • La capacidad de una molécula específica para atravesar la pared de un capilar depende de la arquitectura del capilar, el tipo de sustancia y el gradiente de concentración entre la sangre y el líquido tisular. • Las venas tienen una alta capacidad para almacenar sangre. Con la ayuda de la gravedad, las contracciones del músculo esquelético y las acciones de la respiración, devuelven la sangre al corazón. Revise la figura 50.16 • La ley de Frank-Starling describe las fuerzas que aumentan el gasto cardíaco, como el estiramiento de las células de los músculos cardíacos causado por el aumento del retorno venoso. • El sistema linfático devuelve el líquido intersticial a la sangre.

50.5 ¿Cómo se controla y regula el sistema circulatorio? • El flujo de sangre a través de los lechos capilares está controlado por mecanismos autorreguladores locales, hormonas y el sistema nervioso autónomo. Revise la Figura 50.18, TUTORIAL ANIMADO 50.2 • La presión arterial está controlada en parte por las hormonas ADH y angiotensina, que estimulan la contracción de los vasos sanguíneos. Revise la figura 50.19 • La frecuencia cardíaca está controlada por el sistema nervioso autónomo, que responde a la información sobre la presión arterial y la composición de la sangre que está integrada por centros reguladores en la médula. Repase la figura 50.20

CAPÍTULO 51 Nutrición, digestión y absorción

51.1 ¿Qué requieren los animales de los alimentos? • Los animales son heterótrofos que derivan su energía y componentes moleculares, directa o indirectamente, de los autótrofos. • Los carbohidratos, grasas y proteínas en los alimentos suministran energía a los animales. Una medida del contenido energético de los alimentos es la kilocaloría (kcal). El exceso de ingesta calórica se almacena como glucógeno y grasa. Revise la Figura 51.2 • Para muchos animales, la comida proporciona esqueletos de carbono esenciales que no pueden sintetizar por sí mismos. Revise la Figura 51.4 • La mayoría de los investigadores consideran que 8 aminoácidos son esenciales para los humanos adultos; algunos creen que los bebés requieren hasta 12 aminoácidos esenciales en su dieta. Los macronutrientes son elementos minerales necesarios en grandes cantidades; Los

micronutrientes se necesitan en pequeñas cantidades. Repasar Figura 51.5, Tabla 51.1, ACTIVIDAD 51.1 • Las vitaminas son moléculas orgánicas que deben obtenerse de los alimentos. Revise la Tabla 51.2, ACTIVIDAD 51.2 • La desnutrición se produce cuando falta algún nutriente esencial en la dieta. La desnutrición crónica causa enfermedades carenciales.

51.2 ¿Cómo ingieren y digieren los animales los alimentos? • Los animales se pueden caracterizar por cómo adquieren los nutrientes: los saprobios y los detritívoros, o descomponedores, dependen de la materia orgánica muerta, los filtradores filtran el ambiente acuático en busca de pequeños alimentos, los herbívoros comen plantas y los carnívoros comen otros animales. Las adaptaciones anatómicas y de comportamiento reflejan estas estrategias de alimentación. Ver ACTIVIDAD 51.3 • La digestión implica la descomposición de moléculas complejas de alimentos en monómeros que pueden ser absorbidos y utilizados por las células. En la mayoría de los animales, la digestión tiene lugar en un intestino tubular. Repase la figura 51.7 • Las áreas de absorción del intestino de los vertebrados se caracterizan por una gran superficie producida por un plegado extenso y numerosas vellosidades y microvellosidades. Revise la figura 51.8 • Las enzimas hidrolíticas descomponen las proteínas, los carbohidratos y las grasas en sus unidades monoméricas.

51.3 ¿Cómo funciona el sistema gastrointestinal de los vertebrados? • El intestino de los vertebrados se puede dividir en varios compartimentos con diferentes funciones. Repase la Figura 51.9, ACTIVIDAD 51.4 • Las células y los tejidos del intestino de los vertebrados están organizados de la misma manera en toda su longitud. La capa de tejido más interna, la mucosa, es la superficie secretora y de absorción. La submucosa contiene vasos sanguíneos y linfáticos y una red nerviosa que es sensorial y también controla las secreciones intestinales. Externas a la submucosa hay dos capas de músculo liso. Entre las dos capas musculares hay otra red nerviosa que controla los movimientos del intestino. Revise la figura 51.10 • La deglución es un reflejo que empuja un bolo alimenticio hacia el esófago. El peristaltismo y los movimientos de segmentación del intestino mueven el bolo hacia abajo por el esófago y a lo largo de todo el intestino. Los esfínteres bloquean el intestino en ciertos lugares, pero se relajan cuando se acerca una ola de peristaltismo. Revise la figura 51.11 • La digestión comienza en la boca, donde la amilasa se secreta con la saliva. La digestión de las proteínas comienza en el estómago, donde las células parietales secretan HCl y las células principales secretan pepsinógeno, un zimógeno que se convierte en pepsina cuando se activa con un pH bajo y autocatálisis. La mucosa también secreta moco, que protege los tejidos del intestino. Revise la figura 51.12 • En el duodeno, las enzimas pancreáticas llevan a cabo la mayor parte de la digestión de los alimentos. La bilis del hígado y la vesícula biliar emulsiona las grasas en micelas. Los iones de bicarbonato del páncreas neutralizan el pH del quimo que ingresa desde el estómago para producir un ambiente propicio para las acciones de las enzimas pancreáticas como la tripsina. Revise la figura 51.13, la tabla 51.3 • La escisión enzimática final de polipéptidos y disacáridos se produce entre las microvellosidades de la mucosa intestinal. Las microvellosidades absorben aminoácidos, monosacáridos e iones inorgánicos. Algunas veces están involucradas proteínas transportadoras específicas. Los simportadores a menudo potencian la absorción de nutrientes. • Las grasas descompuestas por las lipasas se absorben principalmente como monoglicéridos y ácidos grasos y se resintetizan en triglicéridos dentro del epitelio intestinal. Los triglicéridos se combinan con colesterol y fosfolípidos y se recubren con proteínas para formar quilomicrones, que salen de las células de la mucosa y llegan a los vasos linfáticos de la submucosa. Repase la Figura 51.14, TUTORIAL ANIMADO 51.1 • El agua y los iones se absorben en el intestino grueso como material de desecho y se consolidan en las heces, que se eliminan periódicamente. • Los microorganismos en algunos compartimentos del intestino digieren materiales que su huésped no puede. Revise la figura 51.15

51.4 ¿Cómo se controla y regula el flujo de nutrientes? • Los reflejos autónomos coordinan la actividad del tracto digestivo, que tiene un sistema nervioso intrínseco que puede actuar independientemente del SNC. • Las acciones del estómago y el intestino delgado están controladas en gran medida por las hormonas gastrina, secretina y colecistoquinina. Repase la figura 51.16 • El hígado juega un papel central en la dirección del tráfico de moléculas de combustible. En el estado de absorción, el hígado toma y almacena grasas y carbohidratos, convirtiendo los monosacáridos en glucógeno o grasas. El hígado también toma aminoácidos y los usa para producir proteínas del plasma sanguíneo y puede participar en la gluconeogénesis. • La grasa y el colesterol salen del hígado como lipoproteínas de baja densidad. Las lipoproteínas de alta densidad actúan como aceptores de colesterol y devuelven la grasa y el colesterol al hígado. • La insulina controla en gran medida el metabolismo de los combustibles durante el estado de absorción y promueve la captación de glucosa, así como la síntesis de glucógeno y grasas. En el estado posterior a la absorción, la falta de insulina bloquea la captación y el uso de la glucosa por parte de la mayoría de las células del cuerpo, excepto las neuronas. Si los niveles de glucosa en sangre caen, aumenta la secreción de glucagón, lo que estimula al hígado para que descomponga el glucógeno y libere glucosa a la sangre. Revise la figura 51.17, TUTORIAL ANIMADO 51.2 • La ingesta de alimentos se rige por las sensaciones de hambre y saciedad, que están determinadas por mecanismos cerebrales que responden a señales de retroalimentación como la insulina, la leptina y la grelina. Repase la Figura 51.18, TUTORIAL ANIMADO 51.3

CAPÍTULO 52 Equilibrio de agua y sal y excreción de nitrógeno

52.1 ¿Cómo mantienen la homeostasis los sistemas excretores? • Los sistemas excretores mantienen la osmolaridad y el volumen de los líquidos extracelulares y eliminan los productos de desecho del metabolismo del nitrógeno a través de los procesos de filtración, reabsorción y secreción. La orina es la salida de los sistemas excretores. • No hay transporte activo de agua, por lo que el agua debe moverse a través de las membranas por una diferencia en la osmolaridad o la presión. • El agua entra y sale de las células por ósmosis. Para lograr el equilibrio hídrico celular, los animales deben mantener la osmolaridad de sus fluidos extracelulares dentro de un rango aceptable. • Los animales marinos pueden ser osmoconformadores u osmorreguladores. Los animales de agua dulce deben ser osmorreguladores y deben excretar continuamente agua y conservar sales. Los animales terrestres son osmorreguladores, pero la naturaleza de su regulación depende del entorno y el estilo de vida. • Además de regular la osmolaridad de las células y los fluidos extracelulares, los animales también deben regular su composición iónica conservando algunos iones y secretando otros. Las glándulas de sal son adaptaciones para la secreción de NaCl. Repase la figura 52.2

52.2 ¿Cómo excretan nitrógeno los animales? • Los animales acuáticos que respiran agua pueden eliminar desechos nitrogenados como el amoníaco por difusión a través de sus membranas branquiales. Los animales terrestres y algunos animales acuáticos deben desintoxicar el amoníaco convirtiéndolo en urea o ácido úrico antes de la excreción. Repase la Figura 52.3 • Según la forma en que excretan sus desechos nitrogenados, los animales se clasifican en amonotélicos, ureotélicos o uricotélicos.

52.3 ¿Cómo funcionan los sistemas excretores de los invertebrados? • Los protonefridios de los platelmintos consisten en células de llama y túbulos excretores. El líquido extracelular se filtra hacia los túbulos, que procesan el filtrado para producir una orina diluida. Repase la figura 52.4 • En los gusanos anélidos, la presión arterial provoca la filtración de la sangre a través de las paredes capilares. El filtrado entra en la cavidad celómica, donde es absorbido por metanefridios, que alteran

la composición del filtrado por mecanismos de transporte activo. Repase la Figura 52.5, ACTIVIDAD 52.1 • Los túbulos de Malpighi de los insectos reciben iones y desechos nitrogenados mediante transporte activo a través de las células de los túbulos. El agua sigue por ósmosis. Los iones y el agua se reabsorben por el recto, por lo que el insecto excreta desechos semisólidos. Repase la figura 52.6

52.4 ¿Cómo mantienen los vertebrados el equilibrio de sal y agua? • Los peces óseos marinos producen poca orina. Los condrictios retienen urea y TMAO, por lo que la osmolaridad de sus fluidos corporales permanece cercana a la del agua de mar. • Los reptiles y las aves tienen piel con baja permeabilidad al agua y excretan desechos nitrogenados como ácido úrico en forma semisólida. • Los mamíferos producen orina que está más concentrada que sus fluidos extracelulares. • La nefrona, la unidad funcional del riñón de los vertebrados, consta de un glomérulo, en el que se filtra la sangre, un túbulo renal, que utiliza procesos de secreción activa y reabsorción para convertir el filtrado glomerular en orina para ser excretada, y un sistema de capilares peritubulares, que rodean el túbulo y apoyan sus funciones de secreción y reabsorción. Repase la Figura 52.7, ACTIVIDAD 52.2

52.5 ¿Cómo produce orina concentrada el riñón de los mamíferos? • La capacidad de concentración del riñón de los mamíferos es una función de su anatomía, que permite el intercambio a contracorriente. Revise la figura 52.9 • Los glomérulos y los túbulos contorneados proximal y distal se encuentran en la corteza del riñón. Ciertas moléculas son reabsorbidas activamente del filtrado glomerular por las células del túbulo y otras moléculas son secretadas activamente. Las secciones rectas de los túbulos renales llamadas asas de Henle y los conductos colectores están dispuestos en paralelo en la médula del riñón. Repaso ACTIVIDAD 52.3 • Las sales, el agua y moléculas valiosas como la glucosa y los aminoácidos se reabsorben en el túbulo contorneado proximal sin que el filtrado renal se concentre más, aunque cambie su composición. • Las asas de Henle crean un gradiente de concentración en el líquido intersticial de la médula renal mediante un mecanismo multiplicador de contracorriente. La orina que fluye por los conductos colectores hacia el uréter se concentra por la reabsorción osmótica de agua provocada por el gradiente de concentración en el líquido intersticial circundante. Repase la Figura 52.10, TUTORIAL ANIMADO 52.1 • Los iones de hidrógeno secretados por los túbulos renales se amortiguan en la orina mediante bicarbonato y otros sistemas amortiguadores químicos. Revise las figuras 52.11, 52.12

52.6 ¿Cómo se regulan las funciones renales? • La función renal en los mamíferos está controlada por mecanismos de autorregulación que mantienen una alta tasa de filtración glomerular (TFG) constante incluso si la presión arterial varía. • Un importante mecanismo de autorregulación es la liberación de renina por el riñón cuando cae la presión arterial. La renina activa la angiotensina, que provoca la constricción de las arteriolas glomerulares eferentes y los vasos sanguíneos periféricos, provoca la liberación de aldosterona (que aumenta la reabsorción de agua) y estimula la sed. Revise la Figura 52.14, TUTORIAL ANIMADO 52.2 • Los cambios en la presión arterial y la osmolaridad influyen en la liberación de hormona antidiurética (ADH), que controla la permeabilidad del conducto colector al agua y, por lo tanto, la cantidad de agua que se reabsorbe de la orina. La ADH estimula la expresión y controla la ubicación intracelular de las acuaporinas, que sirven como canales de agua en las membranas de las células de los conductos colectores. Revise las Figuras 52.15, 52.16 • Cuando el volumen de sangre que regresa al corazón aumenta y estira las paredes auriculares, se libera péptido natriurético auricular (ANP), lo que aumenta la excreción de sal y agua. Vea la Actividad 52.4 para una revisión de los principales sistemas de órganos humanos.

CAPÍTULO 53 Comportamiento animal

53.1 ¿Cuáles son los orígenes de la biología del comportamiento? • El descubrimiento de Ivan Pavlov de los reflejos condicionados y la investigación de BF Skinner sobre el condicionamiento operante como modelo para el aprendizaje llevaron a un enfoque llamado conductismo que principalmente llevó a cabo experimentos de laboratorio en ratas y algunos otros modelos animales. Repase la Figura 53.1 • La etología se enfoca tanto en las causas próximas del comportamiento (la causa inmediata del comportamiento y cómo se desarrolla el comportamiento) como en las causas últimas (cómo el comportamiento afecta la aptitud evolutiva del animal). • Un enfoque principal de los etólogos fueron los patrones de acción fijos y sus liberadores. Realizaron experimentos de privación, así como experimentos de reproducción para demostrar que ciertos comportamientos están determinados genéticamente. Revise la Figura 53.2.

53.2 ¿Cómo influyen los genes en el comportamiento? • Los experimentos de reproducción pueden revelar si un fenotipo conductual se hereda. El análisis cuantitativo de rasgos puede revelar genes candidatos que influyen en un comportamiento. Los experimentos de desactivación de genes pueden revelar las funciones de genes específicos que subyacen a un fenotipo conductual. Revise la figura 53.3 • La mayoría de los comportamientos son rasgos complejos que involucran muchos genes que funcionan en cascada y ofrecen muchos puntos para que un cambio en un solo gen influya en el comportamiento. Repase la Figura 53.4

53.3 ¿Cómo se desarrolla el comportamiento? • Las hormonas pueden determinar el patrón de comportamiento que se desarrolla y el momento de su expresión. Revise la figura 53.5 • La impronta es un proceso mediante el cual un animal aprende un conjunto específico de estímulos durante un período crítico o sensible limitado. Ese período crítico puede estar determinado por las hormonas. • El desarrollo y la expresión del canto en los gorriones de corona blanca implica una predisposición genética para aprender el canto específico de la especie, un período crítico para la impresión de la memoria del canto y el momento de expresión del canto controlado hormonalmente. Las interacciones sociales también pueden desempeñar un papel. Revise las figuras 53.7, 53.8

53.4 ¿Cómo evoluciona el comportamiento? • El comportamiento de un animal implica una serie de elecciones que influyen en su aptitud. Para tomar estas decisiones, los animales usan señales ambientales que son predictores confiables de los efectos potenciales de su elección en su estado físico. • El enfoque de costo-beneficio se puede utilizar para investigar el valor de aptitud de comportamientos específicos. El costo de un comportamiento típicamente tiene tres componentes: costo energético, costo de riesgo y costo de oportunidad. Revise la Figura 53.9, TUTORIAL ANIMADO 53.1 • De acuerdo con la teoría de alimentación óptima, los animales deben practicar comportamientos de alimentación que maximicen su ganancia energética al menor costo. Revise la Figura 53.11, TUTORIAL ANIMADO 53.2

53.5 ¿Qué mecanismos fisiológicos subyacen al comportamiento? • Los ritmos circadianos controlan el ciclo diario de comportamiento. Sin señales de tiempo ambientales, los ritmos circadianos corren libremente con un período que está genéticamente programado. Normalmente son arrastrados al ciclo de luz-oscuridad por señales ambientales. Repase la Figura 53.13, TUTORIAL ANIMADO 53.3 • Las formas de navegación que utilizan los animales para orientarse en el entorno incluyen el pilotaje (orientación hacia puntos de referencia), la navegación en dirección a distancia y la navegación bicoordinada. Los mecanismos de navegación incluyen navegación celeste y una brújula solar con compensación de tiempo. Revise las Figuras 53.15–53.17, TUTORIALES ANIMADOS 53.4, 53.5 • Los comportamientos de las personas pueden convertirse en señales de comunicación si la transmisión de información beneficia tanto al emisor como al receptor. Revise la Figura 53.18, ACTIVIDAD 53.1 • Las señales químicas de comunicación (feromonas) pueden ser muy específicas y tener diferentes cursos de tiempo. Las señales visuales pueden transmitir mensajes complejos

rápidamente, pero solo si el destinatario puede ver al remitente. Las señales acústicas pueden viajar largas distancias, no requieren un receptor enfocado y pueden modificarse para revelar u ocultar información direccional. Las señales táctiles pueden transmitir mensajes complejos cuando los animales están muy cerca.

53.6 ¿Cómo evoluciona el comportamiento social? • Los sistemas de apareamiento poligínicos, en los que un macho controla y se aparea con muchas hembras, pueden dar como resultado una gran variación en el éxito reproductivo de los machos. La poliandria, una hembra que se aparea con múltiples machos, puede evolucionar en circunstancias en las que un macho puede hacer una contribución sustancial a la supervivencia de su descendencia. • La aptitud que gana un individuo al producir descendencia (aptitud directa) más la aptitud que obtiene al aumentar el éxito reproductivo de los parientes con los que comparte alelos (aptitud indirecta) se denomina aptitud inclusiva. La selección de parentesco puede favorecer el comportamiento altruista hacia los parientes, a pesar de su costo para el ejecutante, si aumenta la aptitud inclusiva del ejecutante. • Como resultado de la haplodiploidía, el mecanismo de determinación del sexo de los insectos himenópteros, las obreras no reproductivas (hermanas) comparten más alelos entre sí que las hembras reproductivas comparten con su propia descendencia. Revise la Figura 53.21 • La haplodiploidía probablemente ha facilitado la evolución del comportamiento eusocial en este grupo a través de la selección de parentesco. La eusocialidad también ha surgido en especies diploides en las que las posibilidades de éxito reproductivo individual son extremadamente bajas. • La vida en grupo confiere beneficios como una mayor eficiencia de alimentación y protección contra los depredadores, pero también tiene costos, como una mayor competencia por los alimentos y la facilidad de transmisión de enfermedades. Ver ACTIVIDAD 53.2 para una revisión de conceptos de este capítulo

PARTE DIEZ, ECOLOGÍA

CAPÍTULO 54 Ecología y la distribución de la vida

54.1 ¿Qué es la ecología? • La ecología es la investigación científica de las interacciones entre organismos, entre los organismos y su entorno físico, y los patrones de distribución y abundancia resultantes de estas interacciones. • El ambientalismo es el uso del conocimiento ecológico para informar nuestras decisiones sobre la administración de los recursos naturales. • El entorno de un organismo abarca tanto los componentes abióticos (físicos y químicos) como los componentes bióticos (otros organismos vivos).

54.2 ¿Por qué los climas varían geográficamente? • El tiempo se refiere a las condiciones atmosféricas en un lugar y tiempo en particular. El clima es el promedio de las condiciones atmosféricas, y la variación de esas condiciones, que se encuentran en un lugar en particular durante un período prolongado de tiempo. • La energía solar que llega a una determinada unidad de superficie terrestre depende principalmente del ángulo de radiación del sol, que a su vez es función de la latitud. La inclinación del eje de la Tierra da como resultado una variación estacional en la temperatura y la duración del día. Revise las Figuras 54.1, 54.2 • La variación latitudinal en la entrada de energía solar determina los patrones de circulación atmosférica. Repaso 54.3 • Los patrones globales de viento en la superficie son impulsados por la circulación atmosférica y la rotación de la Tierra; estos vientos dominantes, a su vez, impulsan las corrientes superficiales del océano. Repase la Figura 54.4, 54.5 • Los organismos responden a los desafíos climáticos con adaptaciones fisiológicas, morfológicas y de comportamiento.

54.3 ¿Cómo se distribuye la vida en los ambientes terrestres? • Un bioma es un ambiente que está formado por sus atributos climáticos y geográficos y caracterizado por organismos ecológicamente similares. Revise la Figura 54.7 • La distribución de los biomas terrestres está determinada principalmente por el clima, pero otros factores, como las características del suelo y el fuego, también influyen en la vegetación. • Los biomas incluyen tundra ártica y alpina, bosque boreal, bosques templados de hoja perenne y templados caducifolios, praderas templadas, desiertos cálidos y fríos, chaparral, bosque espinoso y sabana, bosque tropical caducifolio y selva tropical. Ver TUTORIAL ANIMADO 54.1, 54.2

54.4 ¿Cómo se distribuye la vida en los ambientes acuáticos? • Los biomas acuáticos no dependen de las plantas para su estructura como lo hacen los biomas terrestres. La salinidad es el factor principal que distingue a los biomas acuáticos. • El bioma marino se caracteriza por una alta salinidad. Las zonas de vida marina están determinadas por la distancia desde la superficie, lo que influye en la cantidad de luz disponible para sustentar los organismos fotosintéticos, y por la distancia desde la costa. Revise la Figura 54.9 • Los biomas de agua dulce se distinguen por su movimiento de agua (agua estancada versus agua corriente). El agua estancada (lagos y estanques), al igual que las cuencas oceánicas, se puede dividir en zonas de vida que se distinguen por la profundidad y la distancia de la costa. Repase la Figura 54.10 • Las condiciones físicas en los arroyos y ríos cambian a lo largo de su longitud a medida que el agua fluye desde la fuente hasta la desembocadura. • En los humedales de agua dulce, los niveles de agua fluctúan debido a la variación en la entrada y salida de agua. • Los estuarios son cuerpos de agua donde se mezclan agua dulce y salada. Este bioma alberga muchas especies únicas.

54.5 ¿Qué factores determinan los límites de las regiones biogeográficas? • La biogeografía es el estudio científico de los patrones de distribución de poblaciones, especies y comunidades ecológicas. • Se dibujan los límites de las regiones biogeográficas donde los conjuntos de especies cambian dramáticamente en distancias cortas. Estos límites son generalmente de escala continental y corresponden a barreras presentes o pasadas a la dispersión. Repase las Figuras 54.11, 54.12, ACTIVIDAD 54.1 • La deriva continental explica algunas distribuciones discontinuas que incluyen más de una región biogeográfica. Repase la Figura 54.13 • Los biogeógrafos pueden transformar árboles filogenéticos en filogenias de área para entender cómo los organismos llegaron a ocupar sus distribuciones actuales. Revise la Figura 54.14 • Tanto los eventos vicariantes como la dispersión a través de las barreras generan distribuciones de especies discontinuas. Revise la figura 54.15.

CAPÍTULO 55 Ecología de poblaciones

55.1 ¿Cómo miden las poblaciones los ecologistas? • Una población consiste en los individuos de una especie que interactúan entre sí dentro de un área particular en un momento particular. • La densidad de una población es el número de individuos por unidad de área o volumen. • Los ecologistas han desarrollado muchas formas de contar individuos, así como formas de estimar el tamaño de la población a partir de una muestra, como el método de marcaje-recaptura. Revise la Figura 55.2 • Las poblaciones tienen una estructura de edad y un patrón de dispersión característicos. Revise las Figuras 55.3, 55.4, TUTORIAL ANIMADO 55.1

55.2 ¿Cómo estudian los ecologistas la dinámica de la población? • Eventos demográficos—nacimientos, muertes, inmigración y emigración—determinan el tamaño de una población. • Las tablas de vida brindan resúmenes de eventos demográficos en una población. Una tabla de vida de cohorte rastrea una cohorte de individuos nacidos al mismo tiempo y registra la supervivencia y fecundidad de esos individuos a lo largo del tiempo. Revise la Tabla 55.1 • Los datos

de la tabla de vida se pueden usar para construir una curva de supervivencia. Los ecologistas describen tres tipos generales de curvas de supervivencia, que reflejan diferentes patrones de historia de vida. Repase la figura 55.5 • La estrategia de la historia de vida de un organismo describe cómo divide su tiempo y energía entre el crecimiento, el mantenimiento y la reproducción.

55.3 ¿Cómo afectan las condiciones ambientales las historias de vida? • La tasa de crecimiento per cápita de una población (r) es la diferencia entre la tasa de natalidad per cápita (b) y la tasa de mortalidad per cápita (d). • Los rasgos de historia de vida dentro de una especie pueden variar con el hábitat. • Las interacciones con otras especies y el entorno abiótico pueden influir en la evolución de los rasgos de la historia de vida de una especie.

55.4 ¿Qué factores limitan las densidades de población? • Las poblaciones pueden exhibir un crecimiento exponencial por períodos cortos, pero eventualmente sus recursos se agotan, causando que las tasas de natalidad disminuyan y las tasas de mortalidad aumenten. Revise la Figura 55.7, TUTORIAL ANIMADO 55.2 • El crecimiento logístico es el patrón que se observa cuando el crecimiento de una población se ralentiza a medida que su densidad se acerca a la capacidad de carga ambiental (K). Revise la Figura 55.8, TUTORIAL ANIMADO 55.3, ACTIVIDAD 55.1 • Las especies que son estrategas r tienen historias de vida que permiten altas tasas intrínsecas de aumento. Los estrategas K persisten en o cerca de la capacidad de carga (K) de su entorno. Las estrategias de historia de vida de muchas especies caen a lo largo de un continuo entre estos dos extremos. Revise la figura 55.9 • Las densidades de población están determinadas por factores tanto dependientes como independientes de la densidad. Varios factores, incluida la abundancia de recursos, el tamaño corporal y la organización social, influyen en las densidades de población.

55.5 ¿Cómo afecta la variación del hábitat a la dinámica de la población? • No se encuentra ninguna especie en todas partes dentro de su área de distribución. Los miembros de la mayoría de las especies viven en distintos parches de hábitat. • Una metapoblación consiste en subpoblaciones separadas entre las cuales algunos individuos se mueven regularmente. Revise la figura 55.11 • La extinción de una subpoblación puede evitarse mediante la inmigración de individuos de otra subpoblación, un proceso conocido como efecto de rescate. Los corredores entre parches pueden facilitar dicho movimiento. Revise la Figura 55.12, TUTORIAL ANIMADO 55.4

55.6 ¿Cómo podemos usar los principios ecológicos para manejar las poblaciones? • Para manejar poblaciones, es importante entender sus historias de vida y dinámicas de población. Para maximizar el número de individuos que se pueden recolectar de una población, la población debe mantenerse muy por debajo de la capacidad de carga. • Reducir la capacidad de carga del ambiente para una especie de plaga es una forma más efectiva de reducir su población que matar a sus miembros. • La capacidad de carga de la Tierra para los seres humanos depende del uso que hagamos de los recursos y de los efectos de nuestras actividades en el medio ambiente. Las poblaciones humanas crecen a diferentes ritmos en diferentes partes del mundo. Repase las Figuras 55.16, 55.17

CAPÍTULO 56 Interacciones de especies y coevolución

56.1 ¿Qué tipos de interacciones estudian los ecologistas? • Las interacciones de especies se pueden agrupar en categorías. Las interacciones antagónicas incluyen la depredación, la herbivoría y el parasitismo, todas las cuales benefician al consumidor mientras dañan a la especie que consume. El mutualismo beneficia a ambos participantes, mientras que la competencia perjudica a ambos. El comensalismo beneficia a un participante sin efecto sobre el otro; el amensalismo no tiene efecto en un participante pero daña al otro. Repase la Figura 56.1, ACTIVIDAD 56.1 • La evolución de una

adaptación en una especie puede conducir a la evolución de una adaptación en una especie con la que interactúa, un proceso conocido como coevolución. Una serie de adaptaciones recíprocas entre los consumidores y sus especies de recursos puede conducir a una carrera armamentista coevolutiva. Ver TUTORIAL ANIMADO 56.1

56.2 ¿Cómo evolucionan las interacciones antagónicas? • Los depredadores matan a los individuos que consumen (su presa). Durante su vida, un depredador mata y consume muchas presas. • Algunas especies de presas evitan la detección por medios como la cripsis. Otros se defienden por medios físicos o químicos. Los animales defendidos químicamente a menudo anuncian su toxicidad con aposematismo o coloración de advertencia. Revise la figura 56.4, 56.5 • En el mimetismo batesiano, una especie no tóxica imita a una especie tóxica. En el mimetismo mülleriano, dos o más especies tóxicas convergen para parecerse entre sí. Revise la Figura 56.6 • Los herbívoros generalmente consumen solo partes de sus plantas alimenticias y generalmente no las matan. • Muchos herbívoros han desarrollado resistencia a los metabolitos secundarios defensivos producidos por las plantas, y algunos los han incorporado a sus propias defensas contra los depredadores. • Los parásitos consumen ciertos tejidos en uno o unos pocos huéspedes de otra especie sin matarlos necesariamente. Los microparásitos incluyen virus, bacterias y protistas; un gran número de estos organismos pueden vivir y reproducirse dentro del cuerpo del huésped y, a menudo, son patógenos. Los macroparásitos están menos íntimamente asociados con sus huéspedes, pero pueden afectar la aptitud del huésped.

56.3 ¿Cómo evolucionan las interacciones mutualistas? • Las interacciones mutualistas implican un intercambio de beneficios. Muchos mutualismos surgen en entornos donde los recursos son escasos. • Es más probable que surjan adaptaciones recíprocas cuando un aumento en la dependencia de una pareja proporciona un aumento en los beneficios obtenidos de la interacción. • Algunos animales “cultivan” especies de hongos, que les proporcionan alimento. Otros mutualismos implican un intercambio de comida o vivienda por defensa. Repase las Figuras 56.9, 56.10, TUTORIAL ANIMADO 56.2

• Muchos mutualismos entre plantas y animales implican un intercambio de alimento por transporte. En las interacciones planta-polinizador, los animales que recolectan y transportan polen son recompensados con polen o néctar. • Amplias series de características florales que son atractivas para ciertos tipos de polinizadores ejemplifican la coevolución difusa. Sin embargo, algunos mutualismos planta-polinizador son mucho más específicos y exclusivos. Revise la Figura 56.11, Tabla 56.1 • Las plantas que dependen de los frugívoros para la dispersión de semillas deben equilibrar la necesidad de disuadir a los frugívoros de comer frutas antes de que las semillas estén maduras, atraer a los frugívoros cuando las semillas están maduras y proteger las semillas de la destrucción en el tracto digestivo de un frugívoro .

56.4 ¿Cuáles son los resultados de la competencia? • La competencia ocurre cuando un recurso no es suficiente para satisfacer las necesidades de todos los organismos con interés en ese recurso. • La competencia puede resultar en la extinción local del competidor inferior, un resultado llamado exclusión competitiva. Alternativamente, las presiones de selección resultantes de la competencia pueden cambiar las formas en que las especies competidoras usan un recurso limitante, un resultado llamado partición de recursos. La competencia por interferencia ocurre cuando un individuo interfiere con el acceso de un competidor a un recurso limitante. La competencia por explotación ocurre cuando un recurso limitante está disponible para todos los competidores y el resultado de la competencia depende de la eficiencia relativa con la que los competidores usan el recurso. • La competencia por la explotación puede dar lugar a un desplazamiento del carácter, en el que los atributos de una especie varían según la presencia o ausencia de un competidor. Revise la Figura

56.14 • Las especies pueden competir indirectamente incluso cuando no están presentes en el mismo lugar al mismo tiempo, como, por ejemplo, cuando comparten un depredador común. • El nicho de una especie es el conjunto de condiciones físicas y biológicas que requiere para subsistir. Aunque una especie puede persistir en una amplia gama de condiciones de recursos (su nicho fundamental), los competidores pueden restringir el uso de recursos en un lugar particular (su nicho realizado). Repase la figura 56.15

CAPÍTULO 57 Ecología comunitaria

57.1 ¿Qué son las comunidades ecológicas? • Una comunidad es un grupo de especies que coexisten e interactúan dentro de un área definida. • La productividad primaria bruta (PPB) es la tasa a la que los productores primarios de una comunidad convierten la energía solar en energía química a través de la fotosíntesis. La producción primaria neta representa la energía incorporada a la biomasa productora primaria. Repase la Figura 57.2, ACTIVIDAD 57.1 • Una red alimentaria es un diagrama de las relaciones de alimentación en una comunidad. Repase la figura 57.3 • Los organismos de una comunidad se pueden dividir en niveles tróficos según las fuentes de energía que utilizan. Los productores primarios obtienen su energía de la luz solar; los consumidores primarios obtienen su energía comiendo productores primarios; los consumidores secundarios obtienen su energía comiendo consumidores primarios; y así. Revise la Tabla 57.1, ACTIVIDAD 57.2 • Los organismos que consumen los cadáveres de otros organismos o sus productos de desecho se llaman detritívoros o descomponedores. Los omnívoros son organismos que se alimentan en múltiples niveles tróficos. • La eficiencia ecológica es la transferencia total de energía de un nivel trófico al siguiente. Los diagramas piramidales ilustran las proporciones de energía o biomasa que fluyen a cada nivel trófico sucesivo. Revise la Figura 57.4 • La diversidad de especies tiende a aumentar con la productividad hasta cierto punto; si la productividad aumenta más allá de ese punto, la diversidad de especies puede disminuir. Revise la figura 57.5

57.2 ¿Cómo influyen las interacciones entre las especies en las comunidades? • Las interacciones de un consumidor con otras especies pueden resultar en una cascada trófica: una serie de efectos indirectos a través de sucesivos niveles tróficos. Repase la Figura 57.6 • Los organismos que construyen estructuras que crean un hábitat para otras especies se conocen como ingenieros de ecosistemas. • Las especies clave tienen una influencia en su comunidad que es desproporcionada con respecto a su abundancia. Revisa la figura 57.7

57.3 ¿Qué patrones de diversidad de especies han observado los ecólogos? • La diversidad de especies abarca tanto la uniformidad de las especies como la riqueza de las especies. Revise la Figura 57.8 • La diversidad de especies se puede medir en múltiples escalas espaciales: dentro de una sola comunidad o hábitat, o en un rango de comunidades en una región geográfica. • En muchos taxones se han observado gradientes latitudinales en la diversidad, con la mayor diversidad en latitudes bajas. Revise la figura 57.9 • De acuerdo con la teoría de la biogeografía insular, el número de equilibrio de especies en una isla representa un equilibrio entre la tasa a la que las especies migran a la isla desde el grupo de especies del continente y la tasa a la que se extinguen las especies residentes. Revise la Figura 57.11, TUTORIAL ANIMADO 57.1

57.4 ¿Cómo afectan las perturbaciones a las comunidades ecológicas? • Una perturbación es una perturbación en una comunidad causada por una fuerza externa discreta, a menudo de naturaleza abiótica. • La sucesión es un patrón predecible de cambio en la composición de la comunidad después de una perturbación. En sucesión direccional, las especies van y vienen en una secuencia predecible hasta que se forma una comunidad clímax y persiste durante un tiempo prolongado. • La

sucesión primaria comienza en sitios que carecen de organismos vivos. La sucesión secundaria comienza en sitios donde algunos organismos han sobrevivido a una perturbación. Revise las Figuras 57.13, 57.14, TUTORIAL ANIMADO 57.2 • En cualquier patrón de sucesión, las especies que se establecen pueden facilitar o inhibir la colonización por otras especies. • En sucesión cíclica, la comunidad clímax se mantiene mediante perturbaciones periódicas. • La sucesión heterótrofa en comunidades basadas en detritos no se basa en la fotosíntesis y, por lo tanto, difiere en varios aspectos de otros tipos de sucesión.

57.5 ¿Cómo influye la riqueza de especies en la estabilidad de la comunidad? • Las comunidades ricas en especies usan los recursos de manera más eficiente y, por lo tanto, tienden a variar menos en productividad que las comunidades menos diversas. Revise la Figura 57.16 • Los monocultivos están sujetos a brotes de plagas, mientras que las comunidades agrícolas que contienen una mayor diversidad de especies tienden a ser más estables.

CAPÍTULO 58 Ecosistemas y ecología global

58.1 ¿Cómo fluye la energía a través del ecosistema global? • Un ecosistema incluye todos los organismos de una comunidad ecológica, así como los factores físicos y químicos que influyen en esos organismos. • Los flujos de energía y los elementos químicos circulan a través de los ecosistemas. Revise la Figura 58.1 • La producción primaria terrestre neta varía en todo el mundo, lo que refleja las diferencias en la entrada de energía solar y los patrones climáticos que resultan de ellos. Revise las Figuras 58.2, 58.3 • La productividad en los ecosistemas acuáticos está limitada por la luz, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes. Revise la Figura 58.4 • Los seres humanos se apropian de aproximadamente una cuarta parte de la producción primaria neta anual promedio de la Tierra, aunque esta cantidad varía según la región.

58.2 ¿Cómo se mueven los materiales a través del ecosistema global? • Los elementos químicos recorren los compartimentos bióticos y abióticos del ecosistema global. Revise la Figura 58.5 • El movimiento de los elementos a través del compartimiento biótico de los ecosistemas, desde la absorción por los autótrofos hasta la descomposición, generalmente ocurre a escala local. • La mayor parte de la circulación global del aire tiene lugar en la capa más baja de la atmósfera, la troposfera. Una capa de ozono en la estratosfera absorbe la radiación ultravioleta. Revise la Figura 58.6 • El dióxido de carbono, el vapor de agua y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera son transparentes a la luz solar pero atrapan el calor, calentando así la superficie de la Tierra. Revise la Figura 58.7, TUTORIAL ANIMADO 58.1 • Debido a que los procesos geológicos que mueven elementos en la tierra son tan lentos (en la escala de millones de años), existen grandes variaciones regionales y locales en el suministro de elementos particulares dentro de los compartimentos terrestres. • Algunos nutrientes ingresan al agua dulce desde la atmósfera en forma de lluvia, pero la mayoría se liberan de las rocas por la meteorización. Por lo general, se transportan rápidamente a los lagos oa los océanos. • La renovación ocurre regularmente en los lagos de zonas templadas tanto en primavera como en otoño, trayendo nutrientes a la superficie y oxígeno a las aguas más profundas. Revise la Figura 58.8 • La mayoría de los materiales que pasan por un ciclo a través de los compartimentos bióticos y abióticos terminan en los océanos, donde eventualmente se hunden hasta el fondo. • Los incendios liberan los elementos químicos de la vegetación que queman. Esos elementos vaporizados ingresan a la atmósfera, donde pueden ser transportados a las aguas subterráneas por la lluvia.

58.3 ¿Cómo circulan los nutrientes específicos a través del ecosistema global? • El patrón de movimiento de un elemento químico a través de los compartimentos bióticos y abióticos del

ecosistema global es su ciclo biogeoquímico. • El ciclo hidrológico es impulsado por el sol, que evapora más agua de la superficie del océano que la que devuelve por precipitación. El exceso de precipitación que cae sobre la tierra eventualmente regresa a los océanos, principalmente en los ríos. Revise la Figura 58.9, TUTORIAL ANIMADO 58.2 • El agua subterránea juega un papel menor en el ciclo hidrológico, pero los acuíferos subterráneos están siendo seriamente agotados por las actividades humanas. • El carbono se elimina de la atmósfera mediante la fotosíntesis y se devuelve a la atmósfera mediante el metabolismo y la combustión. Repase la Figura 58.10, TUTORIAL ANIMADO 58.3 • La concentración de CO2 en la atmósfera ha aumentado considerablemente en los últimos 150 años, en gran parte debido a la quema de combustibles fósiles. Esta acumulación de CO2 está calentando el clima global. Revise las Figuras 58.11–58.13 • Como resultado del uso agrícola de fertilizantes y la quema de combustibles fósiles, la fijación total de nitrógeno por parte de los seres humanos es casi igual a la fijación natural de nitrógeno. Revise las Figuras 58.14. 58.15, TUTORIAL ANIMADO 58.4 • La alteración humana del ciclo del nitrógeno ha resultado en excesos de compuestos de nitrógeno en cuerpos de agua, lo que lleva a la eutrofización y zonas muertas. • La quema de combustibles fósiles libera azufre y nitrógeno a la atmósfera, lo que lleva a la precipitación ácida. Revise la Figura 58.16 • El uso agrícola de fertilizantes y el desbroce de tierras han aumentado drásticamente la entrada de fósforo en los suelos y las aguas dulces. Revise la figura 58.17

58.4 ¿Qué bienes y servicios proporcionan los ecosistemas? • Los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas incluyen alimentos, agua limpia, control de inundaciones, polinización, control de plagas, regulación del clima, realización espiritual y disfrute estético. La mayoría de los servicios de los ecosistemas son irremplazables o la tecnología necesaria para reemplazarlos es prohibitivamente costosa. • Los esfuerzos para mejorar la capacidad de un ecosistema para proporcionar algunos bienes y servicios a menudo se realizan a costa de la capacidad del sistema para proporcionar otros.

58.5 ¿Cómo se pueden gestionar los ecosistemas de forma sostenible? • El valor económico total de un ecosistema manejado de manera sostenible a menudo es más alto que el de un ecosistema convertido o explotado intensivamente. Revise la Figura 58.19 • El reconocimiento del valor de los bienes y servicios de los ecosistemas que ahora se perciben como “bienes públicos” puede inducir a la acción del gobierno para protegerlos. Se necesita educación pública para que las personas tomen conciencia de cuánto se benefician de los bienes y servicios de los ecosistemas. Ver la ACTIVIDAD 58.1 para una revisión del concepto de este capítulo

CAPÍTULO 59 Biodiversidad y Biología de la Conservación

59.1 ¿Qué es la Biología de la Conservación? • La biología de la conservación es una disciplina científica aplicada dedicada a la protección y gestión de la biodiversidad. • Los biólogos de la conservación reconocen que la comprensión de los procesos evolutivos que generan la biodiversidad es esencial para protegerla. También entienden que los ecosistemas son dinámicos y que los humanos son parte de esos ecosistemas. • Las extinciones de especies siempre han ocurrido, pero actualmente están ocurriendo a un ritmo que rivaliza con el de las cinco grandes extinciones masivas en la historia de la Tierra. • Hay muchas razones convincentes para proteger la biodiversidad, incluido el mantenimiento de las especies y los ecosistemas que proporcionan bienes y servicios a los seres humanos.

59.2 ¿Cómo predicen los biólogos conservacionistas los cambios en la biodiversidad? • Aunque nuestra comprensión de la biodiversidad es incompleta, los biólogos han identificado muchas especies que están en peligro de extinción y han desarrollado un sistema de clasificación diseñado

para ayudar a establecer políticas para su protección. Véase la Figura 59.3. • Los biólogos utilizan la relación especie-área y la teoría de la biogeografía insular para estimar las tasas de extinción que probablemente sean causadas por la pérdida de hábitat. • Para estimar el riesgo de extinción de una especie, los modelos estadísticos toman en cuenta datos sobre el tamaño de la población, rasgos demográficos, variación genética, fisiología y comportamiento. • La rareza no siempre es motivo de preocupación, pero las especies cuyas poblaciones se reducen rápidamente suelen estar en peligro de extinción.

59.3 ¿Qué actividades humanas amenazan la persistencia de las especies? • La pérdida de hábitat es la causa más importante de peligro de extinción de especies en todo el mundo. A medida que los hábitats se fragmentan cada vez más, se pierden más especies de esos hábitats. Los pequeños parches de hábitat solo pueden soportar pequeñas poblaciones y se ven influenciados negativamente por los efectos de borde. Revise las Figuras 59.4, 59.5, 59.6, TUTORIAL ANIMADO 59.1 • Históricamente, la sobreexplotación ha sido la causa más importante de extinción de especies y sigue siendo una gran amenaza para la biodiversidad en la actualidad. • Algunas especies introducidas en regiones fuera de su área de distribución original se vuelven invasoras, provocando la extinción de especies nativas que no han desarrollado defensas contra estos nuevos antagonistas y competidores. • Es probable que el cambio climático se convierta en una causa cada vez más importante de extinción para aquellas especies que no pueden cambiar sus áreas de distribución tan rápidamente como el clima se calienta. Revise la Figura 59.9

59.4 ¿Qué estrategias se utilizan para proteger la biodiversidad? • Establecer áreas protegidas es crucial para conservar la biodiversidad. Las áreas protegidas se seleccionan teniendo en cuenta la riqueza de especies, el endemismo y la inminencia de las amenazas. Revise las Figuras 59.10, 59.11 • La restauración ecológica es una estrategia de conservación importante porque muchos ecosistemas degradados se recuperarán muy lentamente, si es que lo hacen, sin la ayuda humana. Revise la Figura 59.14 • El comercio internacional de especies en peligro de extinción está controlado por regulaciones que la mayoría de los países respaldan. • Los biólogos de la conservación trabajan para determinar qué especies tienen probabilidades de convertirse en invasoras y evitar su introducción en nuevas áreas. Revise la Figura 59.16 • El reconocimiento del valor económico de la biodiversidad puede ayudar a justificar los esfuerzos de conservación. Revise la Figura 59.18 • Incluso dentro de los paisajes donde la gente vive y extrae recursos, se pueden tomar medidas para proteger la biodiversidad. Este enfoque se conoce como ecología de la reconciliación. • Los programas de cría en cautiverio pueden mantener algunas especies en peligro de extinción a corto plazo mientras se reducen o eliminan las amenazas a su persistencia en otros hábitats naturales. Consulte la ACTIVIDAD 59.1 para ver una revisión de conceptos de este capítulo

EXTRA: SOBRE LAS DIEZ PARTES

1) PARTE UNO, LA CIENCIA DE LA VIDA Y SU BASE QUÍMICA El capítulo 1 presenta los conceptos básicos establecidos en el informe "Visión y cambio" y continúa la enfoque elogiado de centrarse en una serie específica de experimentos que introduce a los estudiantes a la biología como una ciencia basada en experimentos y en constante expansión. El Capítulo 1 enfatiza los principios de la biología que son la base del resto del libro, incluida la unidad de la vida a nivel celular y cómo la evolución une al mundo viviente. Los capítulos 2 a 4 cubren los principios químicos y los componentes básicos que subyacen a la vida. El Capítulo 4 también incluye una discusión sobre cómo la vida podría haber evolucionado a partir de sustancias químicas inanimadas.

2) SEGUNDA PARTE, CÉLULAS La naturaleza de las células y su función como base estructural y funcional de la vida es fundamental para la biología. Estos capítulos revisados incluyen explicaciones ampliadas de cómo se han utilizado manipulaciones experimentales de sistemas vivos para descubrir causa y efecto en biología. Estudiantes que están intrigados por la pregunta "¿De dónde vinieron las primeras células?" apreciará la discusión actualizada de las ideas sobre el origen de las células y los orgánulos, así como la discusión ampliada de la evolución de la multicelularidad y las interacciones celulares. En respuesta a los comentarios de los revisores, la discusión sobre el potencial de membrana se ha trasladado al Capítulo 45, donde los estudiantes pueden encontrarlo más relevante.

3) PARTE TRES, CÉLULAS Y ENERGÍA La bioquímica de la vida y las transformaciones de la energía se encuentran entre los temas más desafiantes para muchos estudiantes. Hemos trabajado para aclarar conceptos como la inhibición enzimática, las enzimas alostéricas y la integración de sistemas bioquímicos. Las presentaciones revisadas de la glucólisis y el ciclo del ácido cítrico ahora se centran, tanto en el texto como en las figuras, en conceptos clave y tratan de limitar el exceso de detalles. También hay discusiones revisadas sobre las funciones ecológicas de las vías alternativas de fijación de carbono fotosintético, así como las funciones de los pigmentos accesorios y el centro de reacción en la fotosíntesis.

4) CUARTA PARTE, GENES Y HERENCIA Esta sección crucial del libro se revisa para mejorar la claridad, vincular conceptos relacionados y proporcionar actualizaciones de resultados de investigaciones recientes. En lugar de estar segregado en capítulos separados, el material sobre genética procariótica y medicina molecular ahora se entretejen en capítulos relevantes. El Capítulo 11 sobre el ciclo celular incluye una nueva discusión sobre cómo se alteran los mecanismos de división celular en las células cancerosas. El capítulo 12 sobre genética de la transmisión incluye ahora la cobertura de este fenómeno en procariotas. Los capítulos 13 y 14 cubren la expresión génica y la regulación génica, incluidos nuevos descubrimientos sobre las funciones del ARN y una discusión ampliada de la epigenética. El Capítulo 15 cubre el tema de las mutaciones genéticas y describe las aplicaciones actualizadas de la genética médica.

5) PARTE CINCO, GENOMAS Esta extensa y actualizada cobertura de genomas amplía y refuerza los conceptos cubiertos en la Parte Cuatro. El primer capítulo de la quinta parte describe cómo se analizan los genomas y lo que nos dicen sobre la biología de los procariotas y eucariotas, incluidos los humanos. Los métodos de secuenciación de ADN y análisis del genoma, familiares para muchos estudiantes de manera general, están mejorando rápidamente, y discutimos estos avances y cómo se usa la bioinformática. Esto lleva a un capítulo que describe cómo nuestro conocimiento de la biología molecular y la genética sustenta la biotecnología: la aplicación de este conocimiento a problemas prácticos y temas como la investigación con células madre. La Parte Cinco cierra con una secuencia única de dos capítulos que exploran la interfaz de los procesos de desarrollo con la biología molecular (Capítulo 19) y con la evolución (Capítulo 20), brindando a los estudiantes un vínculo entre estos dos temas cruciales y un puente hacia la Parte Seis.

6) SEXTA PARTE, LOS PATRONES Y PROCESOS DE LA EVOLUCIÓN Muchos estudiantes llegan al curso de introducción a la biología con ideas sobre la evolución ya firmemente asentadas. Una opinión común, que la evolución se trata solo de Darwin, se descarta firmemente al comienzo del Capítulo 21, que no solo ilustra el valor práctico de comprender completamente la biología evolutiva moderna, sino que traza breve y sucintamente la historia de la "peligrosa idea de Darwin". a través del siglo XX y hasta el presente, síntesis de genética evolutiva molecular y biología evolutiva del desarrollo, campos de estudio que defienden y respaldan los principios de la biología evolutiva como base para comparar y comprender todos los demás aspectos de la biología. Las secciones restantes del Capítulo 21 describen los mecanismos de la evolución en términos claros y prácticos. El Capítulo

22 describe los árboles filogenéticos como una herramienta no solo de clasificación sino también de investigación evolutiva. Los capítulos restantes cubren la especiación y la evolución molecular, y concluyen con una descripción general de la historia evolutiva de la vida en la Tierra.

7) SÉPTIMA PARTE, LA EVOLUCIÓN DE LA DIVERSIDAD Continuando con el tema de cómo la evolución ha dado forma a nuestro mundo, la Séptima Parte presenta los puntos de vista más recientes sobre la biodiversidad y las relaciones evolutivas entre los organismos. Los capítulos han sido revisados con el objetivo de facilitar a los estudiantes la apreciación de los principales cambios evolutivos que han tenido lugar dentro de los diferentes grupos de organismos. Estos capítulos enfatizan la comprensión del panorama general de la diversidad de organismos, el árbol de la vida, en lugar de memorizar una jerarquía y nombres taxonómicos. A lo largo del libro, se enfatiza el árbol de la vida como una forma de comprender y organizar la información biológica.

8) PARTE OCTAVA, PLANTAS CON FLORES: FORMA Y FUNCIÓN El énfasis de este enfoque moderno de la forma y función de las plantas no está solo en los hallazgos básicos que llevaron a la elucidación de los mecanismos para el crecimiento y la reproducción de las plantas, sino también en el uso de la genética de las plantas. organismos modelo. En respuesta a los usuarios de ediciones anteriores, el material que cubre descubrimientos recientes en biología molecular de plantas y señalización ha sido reorganizado y simplificado para hacerlo más accesible a los estudiantes. También hay explicaciones ampliadas y más claras de temas como las relaciones hídricas, el plan corporal de la planta y la formación de gametos y la doble fertilización.

9) PARTE NUEVE, ANIMALES: FORMA Y FUNCIÓN Esta descripción general de la fisiología animal comienza con una secuencia de capítulos que cubren los sistemas de información: endocrino, inmunitario y neural. Aprender acerca de estos sistemas de información proporciona una base importante y explica los procesos de control y regulación que afectan e integran los sistemas fisiológicos individuales cubiertos en los capítulos restantes de la Parte. El capítulo 45, "Neuronas y sistemas nerviosos", se ha reorganizado y contiene descripciones de nuevos y emocionantes descubrimientos sobre las células gliales y su función en el sistema nervioso de los vertebrados. La organización de varios otros capítulos ha sido revisada para reflejar hallazgos recientes y permitir que el estudiante identifique más fácilmente los conceptos más importantes que debe dominar.

10) PARTE DIEZ, ECOLOGÍA La Parte Diez continúa el compromiso de Life de presentar los aspectos experimentales y cuantitativos de la biología, con mayor énfasis en cómo los ecologistas diseñan y realizan experimentos. Los nuevos ejercicios brindan oportunidades para que los estudiantes vean cómo se adquieren los datos ecológicos en el laboratorio y en el campo, cómo se analizan estos datos y cómo se aplican los resultados para responder preguntas. También hay una discusión ampliada de los biomas acuáticos y una explicación más sintética de cómo los componentes acuáticos, terrestres y atmosféricos se integran para influir en la distribución y abundancia de la vida en la Tierra. Además, hay un mayor énfasis en ejemplos de estrategias exitosas propuestas por ecologistas para mitigar los impactos humanos en el medio ambiente; en lugar de un inventario de las formas en que la actividad humana afecta negativamente a los sistemas naturales, esta décima edición revisada proporciona más ejemplos de formas en que se pueden aplicar los principios ecológicos para aumentar la sostenibilidad de estos sistemas